
أبو المعاطي محمد عبده
لغة النبات
الحديث الخفي
وَإِنْ مِنْ شَيْءٍ إِلَّا يُسَبِّحُ بِحَمْدِهِ..
وَلَكِنْ لَا تَفْقَهُونَ تَسْبِيحَهُمْ.
الإسراء الآية 44

لغة النبات الحديث الخفي

...وَإِنْ مِنْ شَيْءٍ إِلَّا يُسَبِّحُ بِحَمْدِهِ وَلَكِنْ لَا تَفْقَهُونَ تَسْبِيحَهُمْ....44 الإسراء

تأليف: أبوالمعاطي محمد عبده

لغة النبات موضوع مثير للإعجاب يفتح آفاقًا جديدة لفهم عالمنا الطبيعي. النباتات، على الرغم من صمتها الظاهر، تتواصل بطرق مذهلة من خلال إشارات كيميائية، كهربائية، وحتى فيزيائية. هذا الكتاب سيأخذ القارئ في رحلة لاستكشاف كيف تتحدث النباتات مع بعضها البعض ومع البيئة المحيطة بها.

في هذا الكتاب، نغوص في عالم "لغة النبات"، تلك اللغة التي لا تُنطق بالكلمات، بل تُترجم عبر الإشارات الكيميائية، الموجات الكهربائية، والحركات الدقيقة التي لا تدركها العين المجردة بسهولة. كيف تتحدث النباتات مع بعضها البعض؟ كيف تُخبر جيرانها عن الخطر، أو تدعوهم

للمساعدة؟ وكيف تتفاعل مع مشاعر البشر ومحيطها، سواء كان ذلك حبًا واهتمامًا، أو إهمالًا وتعذيبًا؟ إن فهمنا لهذه اللغة يعزز إيماننا بعظمة الخالق الذي أبدع هذا النظام الدقيق، ويُظهر كيف أن كل ذرة في هذا الكون تحمل بصمة الرحمة والإبداع الإلهي.

مقدمة

لغة النبات الحديث الخفي

منذ فجر الخليقة، والنباتات تسكن الأرض بصمتها الساحر، تُزين الكون بجمالها وتمنح الحياة لكل كائنٍ حي. لم يكن الإنسان دائمًا مدركًا لعمق هذا الصمت أو غناه. لكن مع تطور العلم، بدأت الستائر تُرفع عن هذا العالم العجيب، ليُكشف لنا أن النباتات ليست مجرد كائنات جامدة تنمو وتموت، بل هي أرواح حية تتواصل، تتفاعل، وتستجيب لما حولها بطرق مذهلة.

في هذا الكتاب، نغوص في عالم "لغة النبات"، تلك اللغة التي لا تُنطق بالكلمات، بل تُترجم عبر الإشارات الكيميائية، الموجات الكهربائية، والحركات الدقيقة التي لا تدركها العين المجردة بسهولة. كيف تتحدث النباتات مع بعضها البعض؟ كيف تُخبر جيرانها عن الخطر، أو تدعوهم للمساعدة؟ وكيف تتفاعل مع مشاعر البشر ومحيطها، سواء كان ذلك حبًا واهتمامًا، أو إهمالًا وتعذيبًا؟

إن التأمل في هذا العالم الخفي يعيدنا إلى تأمل آيات الله في خلقه، حيث قال تعالى: **"**وَالنَّجْمُ وَالشَّجَرُ يَسْجُدَانِ**"** **"**الرحمن: **6"**، ليؤكد أن كل شيء في هذا الكون في خضوع دائم وتسبيح

مستمر للخالق العظيم. إن فهمنا لهذه اللغة يعزز إيماننا بعظمة الخالق الذي أبدع هذا النظام الدقيق، ويُظهر كيف أن كل ذرة في هذا الكون تحمل بصمة الرحمة والإبداع الإلهي.

كما نستعرض في هذا الكتاب إشارات مذهلة من النصوص المقدسة، في القرآن الكريم أو في كتب المعتقدات الأخرى، التي تُبرز العلاقة الروحية بين الإنسان والطبيعة. ونربط هذه الإشارات بالاكتشافات العلمية الحديثة التي تعزز الفهم العميق لتواصل النباتات وسلوكها.

هذا الكتاب دعوة لاستكشاف عوالم النباتات بعيون جديدة وقلب مفتوح. إنه رحلة بين حقول العلم وبساتين الروح، لنفهم كيف أن الطبيعة ليست فقط مصدرًا للحياة، بل هي أيضًا معلم صامت يهمس لنا بحكمة الكون.

نرجو أن يكون هذا الكتاب نافذة تُطل من خلالها على عظمة الخلق، وحافزًا للتأمل في جمال هذا العالم ودقته، وأن تجد فيه ما يُثري فكرك ويُنعش روحك.

والله ولي التوفيق.

إشارة القرآن الكريم وكتب المعتقدات الأخرى لذلك

القرآن الكريم:

أشار القرآن الكريم لهذا الموضوع فقال في الآية الكريمة من سورة الرحمن: "وَالنَّجْمُ وَالشَّجَرُ يَسْجُدَانِ" "الآية **6**" فتشير إلى مشهد عظيم يعكس خضوع جميع مخلوقات الله وتسبيحها له بطريقتها الخاصة.

وفي تفسير الآية:

"النجم": في التفاسير، يشير إلى النبات الذي لا ساق له، مثل الحشائش والزروع المنبسطة على الأرض.

"الشجر": يشير إلى النبات الذي له ساق، مثل الأشجار.

يُفهم من هذه الآية أن جميع النباتات، سواء كانت كبيرة كالأشجار أو صغيرة كالحشائش، تسجد لله بمعنى الخضوع التام لإرادته وطاعته لقوانين الكون التي وضعها لها.

هذه الآية قد تلهمنا لفهم لغة النباتات من زاوية إيمانية، حيث أن تواصلها مع بعضها البعض واستجابتها لما حولها يمكن أن يُنظر إليه كجزء من عبادتها وخضوعها لله. فكل شيء في الكون، مهما كان بسيطًا، يُظهر آيات التسبيح والتواصل

بأشكال ربما نفهم بعضها ونجهل البعض الآخر.

وقال في آية أخرى: أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ يَسْجُدُ لَهُ مَنْ فِي السَّمَاوَاتِ وَمَنْ فِي الْأَرْضِ وَالشَّمْسُ وَالْقَمَرُ وَالنُّجُومُ وَالْجِبَالُ وَالشَّجَرُ وَالدَّوَابُّ وَكَثِيرٌ مِنَ النَّاسِ وَكَثِيرٌ حَقَّ عَلَيْهِ الْعَذَابُ . سورة الحج.
فهل نجد إشارة لهذا في كتب المعتقدات الأخرى؟

الإشارات إلى تسبيح الكائنات أو خضوعها للخالق تظهر في بعض نصوص المعتقدات الأخرى، ولكن بشكل يختلف عن التعبير القرآني العميق والشامل. هنا بعض الأمثلة من كتب المعتقدات الأخرى التي تتناول خضوع الطبيعة أو ارتباطها بالخالق:

في الكتاب المقدس "الإنجيل والتوراة":

العهد القديم "التوراة":

ورد في سفر المزامير "المزمور **96: 11-12":**
"لتفرح السماوات، ولتبتهج الأرض، ليعج البحر وملؤه. لتفرح الحقول وكل ما فيها. حينئذ تهتف جميع أشجار الوعر أمام الرب."

يشير هذا النص إلى أن الطبيعة، بما فيها الأشجار، تعبر عن فرحها أمام الله.

العهد الجديد "الإنجيل":

في إنجيل لوقا "19:40":
"أقول لكم إنه إن سكت هؤلاء فالحجارة تصرخ."

تعبير رمزي يُظهر أن الطبيعة أيضًا تشهد بعظمة الله.

في النصوص الهندوسية:

الفيدا "أقدم النصوص الهندوسية":

تُظهر فكرة أن الكائنات الحية والطبيعة تتفاعل مع الكون وتخضع لإرادة "برهمان" "القوة الكونية العظمى".

في ريجفيدا "Rigveda":
"الأرض والسماء، وكل الكائنات، تسبح وتخضع للنظام الكوني الذي أنشأه الخالق."

في التعاليم البوذية:

لا تركز النصوص البوذية على خضوع الكائنات لخالق، لكنها تتحدث عن وحدة الكائنات والطبيعة في نظام كوني متوازن.

الطبيعة والكائنات تُعتبر جزءًا من التوازن الكوني وتعكس حالة من الانسجام، وهي فكرة قريبة من التسبيح بالخضوع.

في العبادة الزرادشتية:

يُعتبر أهورا مزدا "الخالق" هو مصدر النظام الكوني، وتخضع له جميع الكائنات الطبيعية.

الطبيعة تظهر كجزء من النظام الإلهي الذي يعبّر عن قوة الخالق.

المقارنة مع النصوص القرآنية:

في حين أن بعض النصوص الأخرى تشير إلى خضوع الطبيعة أو تعبيرها عن التوازن الكوني أو علاقتها بالخالق، فإن النصوص القرآنية تقدم وصفًا شاملاً لتسبيح الكائنات وخضوعها لله تعالى، بما في ذلك الشمس والقمر والنبات والجمادات والكائنات الحية، بطريقة تجمع بين التعبير الروحي والعلمي.

بحوث حول أثر القرآن الكريم في نمو النبات

تجربة مثيرة في تركيا.. القرآن يعمل على سرعة نمو النبات

ذكرت صحيفة حريت التركية أن تشغيل تسجيلات القرآن الكريم بالقرب من النباتات، يعمل على زيادة سرعة معدل نمو هذه النباتات بصورة ملحوظة في غضون عدة أيام، بل وتبدو آثار النمو القوي على النباتات التي استمعت إلى

التلاوة القرآنية، مقارنة مع النباتات الأخرى، التى تنمو في نفس البيئة وظروف الطقس والتغذية وغيرها.
وأشارت الصحيفة إلى أن هذا الأمر اثبتته طالبة تركية تدعى **"**فاطمة آق ليك**"**، عندما أجرت تجربة مثيرة من أجل التعرف على تأثير تلاوة القرآن الكريم على نمو النبات.
وأوضحت الصحيفة أن الطالبة اكتشفت أن بث تلاوة آيات من القرآن لمدة خمس ساعات يوميا، ولمدة تصل إلى **20** يوما أدى إلى نمو النباتات بسرعة تقترب من الضعف تقريبا خلال نفس المدة.
ووفقا لما أكدته الطالبة فإن النتائج التي توصلت إليها لا يمكن التشكيك فيها، فقد أظهرت التجربة أن النباتات التي استمعت إلى القرآن نمت بطول **20** سنتيمترا، في حين أن النباتات التي لم يتم تشغيل تلاوة القرآن إلى جانبها، لم يزد نموها عن **13** سنتمترا فقط.

وعن موسوعة النابلسي للعلوم الإسلامية :

هناك عالِم من علماء النبات في إحدى الجامعات المحترمة في العالم العربي، باحث مُسلم وقوي في بحثِهِ، أجرى تجربة فريدة في حديقة كلية العلوم بالجامعة، قام بنصب أربعة بيوت بلاستيكية ووضع تُربة موحّدة، وزرع قمحاً من نوع موّحد، وقام بتسميد التُربة بسماد موّحد، وسقى القمح عدد السُقيات واحد، وبكميات

واحدة، أي تقصّى المساواة بشكل أسطوري، وكلّف طالبة أن تقرأ على أول بيت سورة " يس " والإخلاص والمعوذتين والفاتحة وآية الكُرسي كل أسبوع مرتين، وكلّف طالبة ثانية بأن تأتي بنبات وتُمزّقُهُ أمام نبات البيت الثاني، تقوم بتمزيقِهِ وقصّهِ، وكلّف طالبة للبيت الثالث أن تُعذِّبَ النبات نفسَهُ عن طريق حرقه أو قصّه بالمقص أو تمزيقه، وجعلَ البيتَ الرابع بيتاً ضابطاً لا يوجد قرآن، ولا تعذيب، وبعدَ أربعة أشهُر النتيجة كانت مُذهِلة، وقام بعرضِها على مؤتمر علمي، تجربة محضة، فالبيت الأول الذي تُلِيَ عليه القرآن ازداد نمو السبلات **44%**، وازداد إنتاجُهُ **64%** عن البيت الأخير، البيت الضابط الذي يُمكن اعتباره مقياساً، وهو ليسَ فيهِ قرآن ولا تعذيب، البيتان الثاني والثالث قلَّ نمو النبات **33%** وهَبَطَ الإنتاج إلى **80%**، فإذا كان النبات الذي تُليَ عليه القرآن قد ازداد نموّه وازداد إنتاجُه فكيف بالإنسان:

﴿ لَوْ أَنْزَلْنَا هَذَا الْقُرْآنَ عَلَى جَبَلٍ لَرَأَيْتَهُ خَاشِعاً مُتَصَدِّعاً مِنْ خَشْيَةِ اللَّهِ وَتِلْكَ الْأَمْثَالُ نَضْرِبُهَا لِلنَّاسِ لَعَلَّهُمْ يَتَفَكَّرُونَ ﴾

"سورة الحشر: **21**"

وعن الدكتور زغلول النجار تذكره صفحة الخليج بعنوان:

علم النبات بأكمله في كتاب الله .

مهما اتسعت دائرة المعرفة الإنسانية، فإن القرآن الكريم يبقى دوماً مهيمناً عليها ومحيطاً بها؛ لأنه كلام الله الخالق الذي أبدع هذا الكون بعلمه وقدرته وحكمته.

يقول الدكتور زغلول النجار في كتابه "الإعجاز العلمي في القرآن": القرآن الكريم يزخر بالعديد من آيات النبات؛ حيث جاءت إشارات إلى النبات في أكثر من مئة موضع تضمنت عمليات الإنبات وإخراجه من الأرض وتباين أشكاله وأنواعه وألوان ثماره وتفاضل طعومها وفي هذا فيها دعوة للإنسان للتبصر والتأمل والتدبر؛ حيث يلفت في كثير من الآيات نظر الإنسان إلى التشابه الكبير بين عملية إنبات النبات من الأرض وعمليتي خلق الإنسان وبعثه من الأرض، تأكيداً على الوحدة بين الخلق والبعث وبين أصول الحياه على الأرض، ويحفل القرآن الكريم بالآيات التي تربط بين إحياء الأرض وبين إنبات النبات فيها. ومن هذه الآيات قوله عز وجل: "وَتَرَى الْأَرْضَ هَامِدَةً فَإِذَا أَنْزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاءَ اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ وَأَنْبَتَتْ مِنْ كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ"، "الحج: ٥".
وهنا إشارة إلى تكوين التربة أساساً من المعادن الصلصالية ذات القابلية العالية لامتصاص الماء. ما يؤدي إلى زيادة حجمها واهتزازها وانتفاضها بمجرد نزول الماء عليها. وإشارة أخرى إلى الغازات الموجودة بين رقائق المعادن الصلصالية والتي يطردها الماء بمجرد وصوله إلى المسافات الفاصلة بين تلك الرقائق. ويعين الماء على انتعاش صورة الحياة في التربة، وعلى التفاعلات

الكيميائية. كما يدل على دقة حجم حبيبات المعادن الصلصالية مما يحولها إلى الحالة الغروية بمجرد وصول الماء إليها، وهي حاله تتدافع فيها جسيمات المادة بقوة وبأقدار غير متساوية في كل الاتجاهات في حركة دائبة تعين على اهتزاز التربة وانتفاضها بشده إلى أعلى وهذا ما أدركه العلم في القرن العشرين.

الحب والنوى

في آيه أخرى يقول تعالى: "إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ ذَلِكُمُ اللَّهُ فَأَنَّى تُؤْفَكُونَ"، "الأنعام: ٥٩".

وهنا إشارة إلى أن للبذور النباتية اسمين متمايزين مختلفين هما الحب والنوى، الأول يشمل البذور الهشة أي القابلة للطحن، وهي المستخدمة كمحاصيل غذائية أساسية للإنسان ، ومنها ذوات الفلقة الواحدة مثل القمح والشعير والذرة والشوفان، وذوات الفلقتين مثل الفول والحمص والبازلاء والعدس والترمس، أما البذور التي لها قدر من الصلابة فيطلق عليها اسم "النوى" مثل نوى البلح ونوى المشمش والخوخ.. إلخ.

ويغلف البذور بما فيها من جنين ومواد غذائية مكتنزة عدد من الأغلفة اللازمة لحمايتها من المؤثرات الخارجية. ومن هذه الأغلفة ما يتميز بالرقة مع أحكامها كما هو الحال في أغلب البذور، ومنها ما يتميز بالصلابة الشديدة مثل "النوى".

وهناك شروط داخليه وخارجيه لإنبات البذور

منها وفرة الماء وشق التربة نتيجة لانتفاخ البذرة بالماء "بقوة الإنبات" وبدء نمو الجنين والزيادة التدريجية في حجمه، وهي عملية معقدة للغاية لا يقوى عليها أحد من الخلق ولا يمكن ان تتم بغير توجيه وهداية ربانية.

حقائق علمية

قال تعالى: "وَفِي الْأَرْضِ قِطَعٌ مُتَجَاوِرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِنْ أَعْنَابٍ وَزَرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنْوَانٌ وَغَيْرُ صِنْوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفَضِّلُ بَعْضَهَا عَلَى بَعْضٍ فِي الْأُكُلِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ" "الرعد: ٤"، وفي هذه الآية الكريمة عدد من الحقائق العلمية منها أن الغلاف الصخري للأرض يتكون من عدد من الألواح المتجاورة، ويتكون كل واحد من هذه الألواح من ثلاثة أنواع رئيسية: صخور نارية، ورسوبية، ومتحولة. وتتباين أنواع التربة بتحلل تلك الأنواع المختلفة من الصخور، كما تختلف صور الحياة بتباين التربة ومختلف الظروف البيئية المحيطة بنا.
وتختلف الشيفرات الوراثية من نبات إلى آخر مما جعل لكل نبات قدراته الخاصة في استخلاص عناصر محددة من الأرض ليعطي ثماره وبذلك يفضل بعضها على بعض في الأكل، ولكل من ثمار الأعناب والنخيل من المميزات ما لا يتوافر لغيرها من ثمار النباتات الأخرى. وكذلك لأشجارها من الخصائص ما يميزها عن غيرها من الزروع.
وقال سبحانه وتعالى: "هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ

مَاءً لَكُمْ مِنْهُ شَرَابٌ وَمِنْهُ شَجَرٌ فِيهِ تُسِيمُونَ" "النحل: ٠١"، وفي هذه الآية الكريمة إشارة إلى دورة الماء حول الأرض وهي دورة يطهر بها الماء الأرض ولولا هذه الدورة المحكمة لفسد ماء الأرض وأسن. وما عاد صالحاً لشرب الإنسان أوالحيوان ولا لسقيا النبات وماء المطر النازل من السماء والثلوج المتساقطة معه يمثلان أنقى حالات الماء الطبيعي على سطح الأرض.

أماكن وأشجار

قال جل جلاله: "كَمَثَلِ جَنَّةٍ بِرَبْوَةٍ أَصَابَهَا وَابِلٌ فَأَتَتْ أُكُلَهَا ضِعْفَيْنِ فَإِنْ لَمْ يُصِبْهَا وَابِلٌ فَطَلٌّ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ بَصِيرٌ"، "البقرة: ٥٦٢".
وهنا إشارة إلى أن الروابي هي أنسب أماكن الأرض لزراعة أشجار الفاكهة وأشجار الثمار الأخرى وذلك لتميزها بلطف مناخها ، ووفرة مائها وزيادة فرص تعرضها لأشعة الشمس ومطر السماء ورطوبة الجو وحركة الرياح. فإذا نزلت بها أمطار تضاعف إنتاجها، والزائد على حاجتها يفيض إلى ما دونها بفضل جاذبية الأرض نظراً لارتفاعها عما حولها، وإذا تضاءلت الأمطار عليها فإنها تعطي ثمارها وافرة لتشبع الهواء من حولها بالرطوبة بسبب ارتفاعها "وَنَزَّلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً مُبَارَكًا فَأَنْبَتْنَا بِهِ جَنَّاتٍ وَحَبَّ الْحَصِيدِ وَالنَّخْلَ بَاسِقَاتٍ لَهَا طَلْعٌ نَضِيدٌ ، رِزْقًا لِلْعِبَادِ وَأَحْيَيْنَا بِهِ بَلْدَةً مَيْتًا كَذَلِكَ الْخُرُوجُ"، "سورة: ق ٩-١١".
وهذه الآيات تأتي من صميم علم النبات، وتشير إلى القوى التي وهبها الله تعالى لأشجار النخل

الطوال كي يمكنها من رفع العصارة الغذائية من التربة إلى قمتها مهما ارتفعت وهناك ما يقرب من عشرة آلاف زهرة على الطلع الواحد منضودة "أي متراكبة بعضها فوق بعض" فتأتي الثمار كذلك منضودة.

وتأتي الآية من سورة "المؤمنون" "وَشَجَرَةً تَخْرُجُ مِنْ طُورِ سَيْنَاءَ تَنْبُتُ بِالدُّهْنِ وَصِبْغٍ لِلْآكِلِينَ". لتشير إلى عدد من الحقائق العلمية أهمها أفضلية زيت الزيتون على غيره من الزيوت النباتية لفوائده الصحية العديدة، والقيمة الغذائية لثمرة الزيتون، وأيضاً شجرته المباركة. وهي من الأشجار دائمة الخضرة التي تحتاج إلى كثير من الرعاية، وأخشابها وثمارها لها صفات متميزة عن غيرها، وتشير إلى تميز شجرة الزيتون في طور سيناء بصفة خاصة.

سيقان إضافية

تتضمن الآية الكريمة "وَمَثَلُهُمْ فِي الْإِنْجِيلِ كَزَرْعٍ أَخْرَجَ شَطْأَهُ فَآزَرَهُ فَاسْتَغْلَظَ"، "الفتح: ٩٢"، حقيقة علمية لم تكن معروفه في زمن الوحي ولا لقرون عديدة بعده، وهي حقيقة تكاثر النبات بالأشطاء وهي عبارة عن سيقان إضافية تنمو من براعم قاعدية عند المنطقة الفاصلة بين جذر وساق كل من القمح والشعير والشوفان وغيرها؛ حيث تنمو الساق الأساسية أولاً من داخل البذرة النابتة، ثم ينمو العديد من السيقان الإضافية التي تندفع من قاعدة الساق وقد يزيد عددها على الثلاثين في النبتة الواحدة، وسرعان ما تنمو

حتى تصل إلى طول الساق الأصلية تقريباً وتعطي سنابل مثلها، وهذه الأشطاء تخرج متلاحقه الواحد تلو الآخر، وبهذا النمط من التكاثر فإن الساق الأصلية للنبات تحاط بعدد من السيقان الثانوية؛ حيث تنمو حولها، وتزيد من سمك النبتة الأساسية وتغلظ من قطرها وتمكنها من الانتصاب قائمة فوق مجموعها الجذري فتزيد من قدرتها على مقاومة هبوب الرياح وتبعد عنها الآفات والأعشاب الضارة وتضاعف من غلتها.
وهذه الآية تشبه صحابة رسول الله صلى الله عليه وسلم في التفافهم حوله واقتدائهم به بالأشطاء حول النبتة الأساسية.

ومن صفحة منتديات الصوري تحت عنوان:
صوت القرآن الكريم يضاعف نمو النبات .
نظمت طالبات الصف الثاني عشر العلمي بمدرسة قطر الندى للتعليم الثانوي بمدينة زايد في المنطقة الغربية بدولة الإمارات العربية المتحدة مشروعاً مبتكراً من حيث الفكرة والمحتوى تحت عنوان "أثر الأصوات المختلفة على معدل نمو النباتات"، شارك في المشروع في التحضير والاعداد والتنفيذ عدد من الطالبات وباشراف ومتابعة هناء شحادة معلمة الاحياء بالمدرسة والتي أكدت ان المشروع الذي قدمته الطالبات جديد في فكرته ويدل على قدرتهن، مشيرة الى أن النظام التعليمي الجديد يطلق العنان للطالبات للابداع والبحث والابتكار.. وحول فكرته تقول

هناء انه يتمثل في تعويض أربع من النباتات متشابهة في جميع صفاتها من حيث النوع والحجم، التربة وكمية السماد الذي تحتويه حيث تم وضع اللبنة الأولى في ظروف طبيعية دون أي مؤثر صوتي، والثانية وضعت تحت تأثير موسيقا هادئة، والثالثة تحت تأثير موسيقا صاخبة، اما النبتة الرابعة والأخيرة فقد تم وضعها تحت تأثير صوت القرآن الكريم، بعد شهر من التجربة كان معدل نمو النبتة التي تعرضت للموسيقا الهادئة اكبر من النبتة التي لم تتعرض لأية مؤثرات، والتي وضعت تحت تأثير الموسيقا الصاخبة كما أن النبتة التي تعرضت للموسيقا الصاخبة ظهرت عليها بعض العوامل السلبية مثل اصفرار الأوراق وتساقط العديد منها، أما النبتة التي تعرضت لتأثير صوت القرآن الكريم فقد جاء معدل نموها أكبر إضافة الى ذلك فقد اتجه ساقها جهة القبلة.

الفصل الأول إدراك النباتات

إدراك النبات هو قدرة النبات على الإحساس والاستجابة للبيئة عن طريق إجراء التعديلات على المورفولوجيا أو الفيزيولوجيا أو النمط الشكلي الخاص به بالتوافق معها.

أظهرت الأبحاث في علم النبات أن النباتات قادرة على التفاعل مع مجموعة واسعة من المنبهات، بما في ذلك المركبات الكيميائية، والجاذبية، والضوء، والرطوبة، والعدوى، والحرارة، وتراكيز الأوكسجين وثنائي أكسيد الكربون، والإصابة بالطفيليات، والممرضات، والاضطرابات الفيزيائية، والصوت، واللمس.

تستند الدراسة العلمية لإدراك النبات إلى العديد من التخصصات مثل فيزيولوجيا النبات وعلم البيئة والبيولوجيا الجزيئية . فيمكن أن تكشف النباتات الإزاحة الموضعية. تستطيع سوق النباتات كشف تغير الاتجاه والميل "إدراك التوازن"

جوانب الإدراك

الضوء

يحتوي العديد من الأعضاء النباتية مركباتٍ حساسة للضوء "فوتوتروبينات، وكريبتوكرومات، وفيتوكرومات"، يتفاعل كل منها بانتقائية

شديدة مع أطوال موجات معينة. تخبر مستشعرات الضوء تلك النبات ما إذا كان الوقت نهارًا أم ليلًا، وعن طول النهار، ومقدار توفر الضوء، ومن أي اتجاه يصدر. تنمو الفروع باتجاه الضوء وتنمو الجذور عادة بعيدًا عن الضوء، وتُعرف تلك الاستجابات بالانتحاء الضوئي والانتحاء بعيدًا عن الضوء، على التوالي. تتسبب في ذلك الصبغات الحساسة للضوء مثل الفوتوتروبينات والفيتوكرومات وهرمون الأوكسين النباتي.

يُظهر العديد من النباتات ظواهر معينة في أوقات معينة من النهار، فعلى سبيل المثال، تتفتح بعض الأزهار في الصباح فقط. تتبع النباتات أوقات النهار من خلال ساعة يوماوية. تتزامن هذه الساعة الداخلية مع التوقيت الشمسي كل يوم بالاعتماد على ضوء الشمس، والحرارة، وأدلة أخرى، بشكل مشابه للساعات البيولوجية الموجودة في الكائنات الأخرى. تتيح الساعة الداخلية المقترنة بالقدرة على إدراك الضوء للنباتات أيضًا قياس طول اليوم، وبالتالي تحديد الفصل من السنة. هذه هي الطريقة التي تعرف فيها النباتات موعد الإزهار.

لا تنبت بذور العديد من النباتات إلا بعد تعرضها للضوء. تحدث هذه الاستجابة بالاعتماد على إشارات الفيتوكروم.

تملك النباتات أيضًا القدرة على استشعار نوعية الضوء والاستجابة تبعًا لذلك. على سبيل المثال،

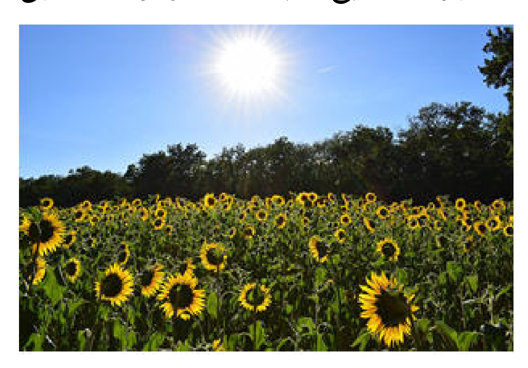
في ظروف الإضاءة الضعيفة، تُنتج النباتات المزيد من صبغات التركيب الضوئي. إذا كان الضوء شديدًا، أو إذا ارتفعت مستويات الأشعة فوق البنفسجية المؤذية، تُنتج النباتات المزيد من صبغات الحماية التي تعمل واقيًا للشمس *

* ويكيبديا عن جوزيف دالتون هوكر. توماس هنري هكسلي. غريغور يوهان مندل

ردّ فعلّ النّبتة الخجُولة "مِيمُوزا بوديكا" إلَى التّحفِيزِ المِيكانِيكِيِّ.



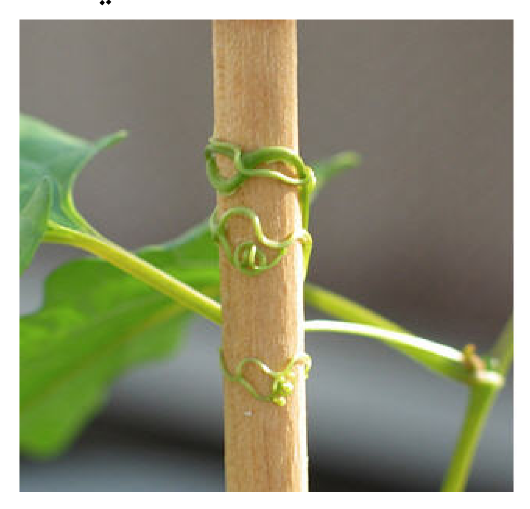
ظاهِرة التتبّع لنبَاتَات دَوّار الشَّمْسِ



حَرَكة النّبتة بِاتّجاه الضَوء الأقوى وهو ما يُسمّى "الإنتِحاءُ الضوئِيّ".



اِستِجابة النّبتة لمُلامسة جِسم مَاء والتى تعرّف علمياً بِاسم "الإنتِحاءُ اللَّمسِيّ"



تجعُّد أوراق نَبات "الرُودودندرون" نَتِيجة التّعرُّضِ لدرجات حرارة مُنخفِضة.



وهذه مقالة جميلة على صفحة المعرفة:

ادراك أو ذكاء النبات

بقلم د.إيهاب عبد الرحيم محمد

عادة ما ننظر إلى النباتات ككائنات ذات قدرات محدودة للغاية، فنحن نعتقد عموما بأن الحيوانات وحدها هي القادرة على أن ترى، وتتحرك، وتحس، وتتذوق العالم المحيط بها... وأغلبنا ينظر بعين الشك إلى أولئك الذين يدّعون أن التحدث إلى نباتاتهم المنزلية يجعلها تنمو بسرعة أكبر... لكن الأبحاث الحديثة تظهر لنا صورة مختلفة تماما للنبات، فمن المعتقد الآن أن النباتات تمتلك بعض القدرة على أن ترى، وتحس، وتتذوق ما يجري حولها!

ويعتقد بعض الباحثين أن هذه القدرات تشكل الأساس لنوع جديد من الذكاء،ويعتقدون أن الفرق الحقيقي الوحيد بين أفراد المملكة الحيوانية وبين النباتات هو عدم قدرة أفراد المملكة الأخيرة على الحركة. وقد اعتدنا على

الحكم على الذكاء من خلال الأفعال ؛ فما نفعله وما نقوله هو ما يدل على ما يحدث داخل عقولنا. ولذلك فإن النباتات، نظرا لكونها صامتة وثابتة في موضعها، لا تبدو ذكية بهذا المنطق. لكنها في الواقع تتحرك وتتفاعل مع العالم المحيط بها – وهي تفعل ذلك بطرق ذكية!

ويمكن للنباتات أن تستوعب المعلومات، وتحسب العواقب، وتستجيب للعالم حولها من خلال سلسلة معقدة من سبل إرسال الإشارات الجزيئية تشبه بصورة مدهشة تلك الموجودة في عقولنا البشرية! ومن المثير معرفة أن القدرات الحسابية للنباتات تصل في جودتها إلى مثيلاتها في الكثير من الأنواع الحيوانية. ومن الحقيقي أن النباتات تمتلك أحاسيس خاصة بها ؛ فيمكنها اكتشاف والاستجابة للضوء، والأصوات، والكيماويات، والاهتزازات، واللمس ، ناهيك عن الماء، والجاذبية، والحرارة. وتتمثل استجابتها عادة في تغيير نمط نموها ، ولكن بطريقة أكثر تنوعا وتعقيدا مما يمكنك أن تتخيل!

أظهرت الدراسات التي أجريت في معهد كارنيجي أن النباتات يمكنها اكتشاف الأطوال الموجية **wavelengths** المختلفة، وأنها تستخدم الألوان للتعرف على طبيعة البيئة المحيطة بها. وعندما يوجد نبات صغير في ظل نبات ضخم، نجد الأول تنمو براعمه للأعلى مباشرة، عوضا عن أن تتفرع له أغصان، كما أشارت الأبحاث إلى أن النباتات تفرّق بين الليل والنهار، فهناك مسام خاصة في أوراق النباتات

تنفتح في النهار لتسمح بعملية التمثيل الضوئي، وتغلق أثناء الليل لتقليل الفقد في المياه.

وخلال السنوات القليلة الماضية، ازداد عدد علماء النبات والبيئة الذين يستخدمون ألفاظا مثل "البحث عن الغذاء" **foraging**، و"التنافس"،و"التخفي من الضواري" **predator evasion**، عندما يتحدثون عن النباتات. ويقول علماء النبات أنهم يستخدمون مصطلح "سلوك النبات" بصورة روتينية في الوقت الحاضر، فالنباتات أبعد ما تكون عن كونها كائنات سلبية. فمثلها مثل الحيوانات، تستجيب النباتات للتلميحات الصادرة من البيئة المحيطة بها. فالنباتات تستجيب للأشعة فوق البنفسجية عن طريق إفراز مادة تعمل كحاجب للشمس، بحيث تقيها من أشعة الشمس الحارقة. وتمثل هذه الاستجابات نوعا من "الرؤية"- باستجابتها للضوء وقدرتها على التفريق بين الأطوال الموجية المختلفة.

ويرى أغلب العلماء هذه الاستجابات على أنها نواتج انعكاسية محددة مسبقا **predetermined** : أي النتيجة الرائعة لملايين السنين من التكيف التطوري ، لكن البعض يرون أنها استجابات مرنة ومتكيفة ، فالمرونة في نظرهم ما هي إلا بصيرة نافذة. فالنباتات تضبط نموها وتطورها للوصول بلياقتها في بيئة متغيرة إلى الحد الأقصى ، وهو ما يتوافق تماما مع تعريف الذكاء الذي وضعه ديفيد ستينهاوس **Stenhouse** ، وهو فيلسوف وعالم نفس من

نيوزيلندا ألف كتابا في سبعينيات القرن العشرين عن تطور الذكاء. وقد تحدث عن الذكاء على أنه "سلوك تكيفي متغير خلال فترة حياة الفرد" ؛ وبالتالي فالاستجابات الذكية ليست مجرد عمليات تكيف على سلم زمني تطوري ، كما أنها أكثر من بضع استجابات محددة مسبقا ويمكن التنبؤ بها. وإذا افترضنا صحة هذا التعريف، يعتقد بعض العلماء، ومنهم تريوافاس، أن جميع النباتات لديها نوع من السلوك الذكي.

وفي البداية، يدعي الباحثون من جامعة إدنبره أن النباتات بوسعها التنبؤ بالمشكلات المستقبلية، ومن ثم اتخاذ القرارات التي من شأنها تجنب التعرض لها! ...ويعلم علماء النبات منذ زمن أن البراعم النامية يمكنها استشعار النباتات المحيطة بها . وتقوم الأوراق الخضراء للنباتات بامتصاص الضوء الأحمر لكنها تعكس الأشعة دون الحمراء ، ويمكن للنباتات إدراك التغير في نسبة الضوء الأحمر إلى الأشعة دون الحمراء، والتي تشير لوجود نباتات خضراء مجاورة. ويقول العلماء أن النباتات تتوقع نتائج مثل هذا الوجود ، ومن ثم تتعرف على أكثر المواقع المحيطة بها احتمالا لأن تواجه منافسة في المستقبل، ثم تتخذ إجراءات للمراوغة إذا لزم الأمر. وهنا يقوم النبات بتغيير شكله بالكامل ، وعدد وشكل أغصانه ، بالإضافة إلى تركيب جذعه للحصول على أفضل وضع ممكن في مواجهة الشمس. وبرغم أن ذلك لا يماثل تماما عمل العقل الموجه لمشروع بشري، لكنها استجابة تكيفية متغيرة

تؤدي الغرض ذاته.

ويمكن للنباتات أيضا أن تقوم بأفعال اجتنابية كبرى ؛ فعلى سبيل المثال، تمتلك النخلة المرتكزة **stilt palm** جذعا مرتفعا على جذور داعمة ، بحيث ترتفع فوق التربة ؛ وعندما تتعدى النباتات المجاورة على حصتها من الضوء أو المواد المغذية، تتخذ فعل مراوغة واضحا للغاية – إذ تتحرك النخلة بكاملها تجاه أقصى اتجاه لضوء الشمس عن طريق نمو جذور داعمة جديدة باتجاه الجانب المشمس ، بينما تذوي تلك الجذور الموجودة ناحية الظل وتموت. وهو سلوك متعمد في غاية الوضوح، ومن المؤكد أنه فعل تكيفي ، فهل يعد ذلك علامة أخرى على الذكاء؟

وليس من المدهش معرفة أن كثيرين لا يعتقدون ذلك! ومع ذلك ، فاستجابات النباتات تشبه أفعالنا الانعكاسية **reflex actions** ، أو الغريزية ، أو مخاوفنا الفطرية ؛ فعندما تزيد معدلات نمو نبات ما ليصبح أطول من النباتات المجاورة لأنه "يراها" ، أو عندما يقبل بخفض معدلات نموه للتعامل مع إشارات متضاربة مثل تذبذبات الرياح، والتي تؤدي عادة لإيقاف نمو النبات كلية ، والأشعة دون الحمراء – والتي عادة تحفز نموه، يبدو النبات عندها كمتخذ ماهر للقرارات المعقدة ، لكنها – برغم ذلك- لا تعدو كونها مجرد استجابات صماء مبرمجة مسبقا.

ويعترض تريفاواس مرة أخرى، فهو يرى أن العديد من النباتات تُظهر مرونة سلوكية تتخطى

كونها مجرد أفعال انعكاسية أو برمجة مسبقة ؛ فالجذور بوسعها أن تتبع مدروجات **gradients** المعادن أو الرطوبة في التربة ، لكنها لا تتبع دائما السبيل المباشر –والبسيط لذلك ؛ فقد درس العلماء السلوك الاغتذائي لعشب زاحف اسمه الجليشوما **Glechoma** ؛ فعند وجود هذه الأعشاب في تربة جيدة، تنمو لها المزيد من الأغصان والبراعم والأوراق، كما تكوِّن تكتلات من الجذور بسرعة أكبر لتستغل الرقعة المحيطة بها بالكامل. ولكن عند وجودها في منطقة قاحلة ، فهي تنتشر لمسافة أبعد وبسرعة أكبر ، كما لو كانت تهرب ، كما تكون سيقانها الأرضية **rhizomes** أرفع بصورة عامة، كما تنمو لها أعداد أقل من الفروع.

ويعني هذا أن البراعم الجديدة تنمو بعيدا عن النبات الأصلي وتبحث بنشاط عن رقع جديدة غنية بالموارد اللازمة لها، كما أن مقدار النمو لا يرتبط فقط بالجودة المطلقة لرقعة الأرض الموجود فيها النبات، بل بمدى جودتها بالنسبة للتربة المحيطة بها. وليس هذا كل شيء، بل إن التجارب أظهرت أن النباتات التي تنتمي لفصيلة واحدة يمكنها أن تستشعر وجود جذور النباتات المنافسة ، ومن ثم تتوجه لمناطق أخرى- حتى ولو كان لا يزال هناك الكثير من الغذاء في المنطقة الأصلية!

ومن بين الأمثلة الدالة على مرونة وبصيرة النباتات ، استراتيجية الاغتذاء المدهشة للنبات الطفيلي المسمى بالهالوك **dodder** ، والذي

درسته في أوائل التسعينات من القرن العشرين كولين كيلين والتي تعمل حاليا في جامعة ساوثهامبتون البريطانية، فالهالوك لا يعتمد في تغذيته على عملية التخليق "البناء" الضوئي **photosynthesis** كغيره من النباتات، لكنه يقوم بدلا من ذلك بالالتفاف حول النبات "المضيف" ، مخترقا جذره لامتصاص المواد المغذية والماء. ويرى الباحثون أن ذكاء هذا الطفيلي يتمثل في توقع كم الطاقة التي سينتجها النبات المضيف، وتحديد مدى الجهد اللازم لاستغلال هذه الطاقة.

ويستغرق الأمر نحو أربعة أيام قبل أن يبدأ الهالوك في سحب أية مغذيات ، لكن قبل ذلك بوقت طويل يكون الطفيلي قد توقع بصورة ما كيف سيكون مدى خصب النبات المضيف، وبالتالي تنمو له وفقا لذلك جذور أقل أو أكثر تلتف حول المضيف. وتؤدي المزيد من الجذور إلى نمو عدد أكبر من البراعم ومن ثم قدر أكبر من الاستغلال، لكن إذا كان النبات المضيف ضعيفا، فسيكون ظهور عدد كبير من البراعم مضيعة لطاقة الهالوك. وقد أظهرت أبحاث كيلي أن استراتيجيات الاغتذاء لنبات الهالوك تتوافق مع جميع النماذج الرياضية التي وضعت لتفسير اقتصاديات الاغتذاء الحيواني **animal foraging**، والتي تصف متي يجب عليك أن تأكل، ومتى يتوجب عليك التحرك، اعتمادا على جودة الرقعة التي يوجد فيها النبات ، وجودة الرقع المجاورة الأخرى. قد لا يكون الهالوك هو

أكثر الضواري النباتية دهاء، ولكن فيما يتعلق بسلوكه الاغتذائي، فيمكنه إجراء الحسابات مثله مثل أي حيوان.

ويتمثل الدليل الرئيسي في نظر أصحاب نظرية الذكاء النباتي في أنها تظهر مرونة بارعة في استجاباتها، بمعنى أنها تكون متغيرة بصورة تكيفية ، وليست مجرد متكيفة فقط. ولكل نبات تفرده وخصوصيته، فليست هناك بذرتين تنتجان نبتتين متطابقتين تماما، حتى لو كانتا متماثلتين وراثيا وتمت زراعتهما تحت ظروف متشابهة ظاهريا، أضف إلى ذلك استجابتها لأكثر من **15** نوعا مختلفا من الإشارات الحسية- بما فيها الضوء، والمواد الكيماوية، والماء، والجاذبية، ونوع التربة، والأذى- والتي يتم دمجها والمقارنة بينها بحيث تعتمد كل استجابة على مزيج معقد من العوامل... من الواضح أن النباتات تتمتع بمرونة عالية بالفعل!

ومثلما يحدث في جهاز عصبي بسيط "لحيوان بدائي ، على سبيل المثال"، تمتلك أنظمة الإشارات النباتية هذه إمكانيتي إجراء الحسابات والتعلم. وكما أشار إليه تشارلز داروين منذ أكثر من **100** سنة:"من عدة جوانب، يبدو أن الضوء يؤثر على النباتات بنفس الطريقة تقريبا التي يؤثر بها على الحيوانات بواسطة الجهاز العصبي". لكن الأمر احتاج التوصل إلى تقنيات البيولوجيا الجزيئية الحديثة لإظهار مدى التشابه بين الأجهزة العصبية للحيوانات وبين أنظمة الإشارات الحسية في النبات.

وتستخدم النباتات التغيرات الحادثة في الفولطية **voltage** عبر أغشيتها الخلوية لإرسال إشارات كهربية من منطقة إلى أخرى ، بصورة تشبه جهود الفعل **Action potentials** التي تنتقل عبر أعصابنا نحن البشر. ومثلما يحدث في الإشارات الناقلة للألم في الإنسان، يمكن لجهود الفعل هذه إرسال إشارات مفادها أن جزءا من النبات قد تأذى. وكثير من المواد الكيميائية التي تستخدم لنقل الإشارات داخل وبين الخلايا النباتية تشبه تماما تلك المستخدمة في معالجة المعلومات داخل وبين الخلايا العصبية في المخ البشري. وتستجيب كل من الخلايا الحيوانية والنباتية للبروتينات، والأحماض النووية، والأيونات ، والهرمونات، والجلوتامات، والكالسيوم، والنوكليوتيدات الحلقية ، وإنزيمات كيناز البروتين – وهي لغة معقدة للإشارات تتشاركها مملكتان مختلفتان تماما من الكائنات الحية.

وبالإضافة إلى ذلك، فإن الأسس الجزيئية لعمليات التعلم والذاكرة متشابهة أيضا؛ فعندما تتعلم الحيوانات أن تهرب بسرعة أكبر من تهديد متكرر، مثل طعام أصابها بالمرض من قبل، أو سياج مكهرب يفاجئها بين الحين والآخر، تزداد سرعة وحجم الإشارة الكهربية في خلال دقائق معدودة. وهناك منظومة تستخدم أيونات الكالسيوم ، ومواد كيميائية تسمى المراسيل الثانية ، بالإضافة إلى عدد قليل من الإنزيمات التي تجعل القنوات الأيونية **ion channels**

التي تنقل الإشارات الكهربية، أكثر استجابة لفترة مؤقتة... أما إذا ظل التهديد قائما، تصبح حالة الانتباه المؤقتة أمرا مستديما عن طريق تغيير عمليات التعبير الجيني **gene expression** وبناء البروتينات لصنع المزيد من القنوات الأيونية أو المزيد من الاتصالات بين الخلوية. وعندما يستشعر النبات نقصا في الماء مثلا، تقوم نفس جزيئات الإشارات بتوجيهه لصنع المزيد من القنوات الحساسة للمساعدة في التحكم في التحكم في كمية المياه الموجودة في خلاياه. وعلى المدى البعيد، تتغير معدلات التعبير الجيني وتخليق البروتين، وتزداد سماكة جدر الخلايا ويتضاءل حجم أوراق النبات، وفي النهاية ينمو للنبات عدد أكبر من الجذور، وعدد أقل من البراعم والأوراق.

ويرى الباحثون أن النباتات تتعلم بطريق المحاولة والخطأ عند حدوث تغيرات كافية، بحيث يتم تقليل تعرض النبات للمزيد من الكرب والأذى إلى الحد الأدنى. ويقوم النبات أيضا بتعديل استراتيجياته المتعلقة بالاستجابة للإشارات البيئية الأخرى، مثل المغذيات ودرجة الحرارة والرطوبة، وتلك العوامل المتعلقة بتاريخ النبات ذاته؛ مثل عمره، والأمراض التي تعرض لها سابقا، وهكذا.

وفي هذا النمط الضئيل جدا من أنظمة الإشارات الكهربية ، يرى تريوافاس موضع "الدماغ" الحقيقي للنبات؛ ففي النباتات- مثلها في ذلك مثل الحيوانات- تعد أيونات الكالسيوم هي

الوسيط الرئيسي لتحويل المعلومات الحسية إلى لغة داخلية مشتركة يمكن دمج الإشارات المختلفة فيها. ويمكن لأية إشارة حسية يلتقطها النبات أن تسبب ارتفاعا مؤقتا في مستويات الكالسيوم ، وقد وجد العلماء أيضا أن الارتفاع الطفيف في مستويات الكالسيوم يحدث بعد فترات زمنية تتباين قليلا اعتمادا على نوع الإشارة الحسية التي تم استقبالها، مما يساعد النبات على التفريق بين الأحاسيس المختلفة. وربما كانت منظومة الكالسيوم هذه في المكان الذي تتم فيه عمليات الحوسبة واتخاذ القرارات، ومن ثم تخزين الذكريات الخاصة بالنبات.

وقد أظهرت التجارب أن أيونات الكالسيوم لا تبتعد كثيرا عن بعضها البعض، فهي تنتشر لمسافة قصيرة فقط من مخازن معينة داخل الخلايا عبر قنوات الكالسيوم الموجودة في الغشاء الخلوي المحيط بها ، ولكن عندما ترتبط بمجموعة متنوعة من المواد الكيميائية والإنزيمات الأخرى ، يمكنها أن تشجع قنوات الكالسيوم المجاورة على أن تفتح ، مما يسمح في النهاية بنقل الإشارات عبر مسافات أكبر بكثير، ولكن عبر خطوات عديدة، مما يسمح بقدر هائل من المرونة والتعقيد.

وتشبه كل من هذه القنوات ، بشكل أو بآخر، العقدة الموجودة في الشبكات العصبية؛ وكل منها عبارة عن مفتاح **switch** ، لكنه مفتاح يمكن التحكم بسهولة فتحه . تمر الإشارات عبر سبل معينة مكونة من هذه المفاتيح ، والتي يتم الربط

بينها بفعالية بواسطة توزعها على الغشاء الخلوي، وتوجه المفاتيح اتجاه مرور المعلومات عبر سبل محددة ، ويمكن ضبطها للسماح بمرور، أو لمنع ، الإشارات التي تصل في الوقت نفسه، تماما مثل منطق "و" ، و"أو" المستخدم في دوائر الكمبيوتر. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تصبح أكثر أو أقل حساسية بناء على الإشارات السابقة التي مرت عبرها. وقد أظهرت التجارب التي أجريت في جامعة إدنبره إمكانية دمج مصادر مختلفة للمعلومات ، وتصنيفها حسب الأولوية أو الأهمية، أو حتى تجاهلها. وعلى نطاق أوسع، يمكن تنسيق تحركات الكالسيوم عبر الشبكة في صورة موجات أو ذبذبات، تماما مثلما يحدث في الشبكات العصبية **neural networks.**

من الواضح أن ما تفعله النباتات معقد وذكي بصورة مدهشة ، وأن هناك الكثير لنتعلمه عن سلوكها، ولكن هل يمكن لتحركات أيونات الكالسيوم داخل خلايا النبات أن تنتج ذكاء حقيقيا؟ وللإجابة على هذا السؤال، يشير رولف فايفر، وهو باحث في الذكاء الاصطناعي بجامعة زيوريخ السويسرية، ومؤلف كتاب "فهم الذكاء" ، إلى أن هناك الكثير من الطرق لتعريف الذكاء، ويمكن تطبيق إحداها بصورة معقولة تماما على نظرية جامعة إدنبره التي تحدثنا عنها، لكن هناك العديد من التعريفات الأخرى؛ على سبيل المثال، القدرة على المحادثة بطريقة البشر! وفي نهاية الأمر، يقول فايفر أنه يصبح من العبث محاولة تعريف الذكاء وتقرير أية سلوكيات يتوجب علينا

أن نسميها "ذكية" ، وأيها ينطبق عليها العكس؛ وما يستحق الاهتمام هو أن نأخذ سلوكيات بعينها ومن ثم نحاول استكشاف كيفية عملها.

وهناك علماء آخرون من المتشككين في تعريف علماء إدنبره للذكاء، فهم يرون أنه يبدو معقولا ، لكن لماذا نتوقف عند النباتات؟ فخلية وحيدة مثل الأميبا تتخذ بدورها قرارات "ذكية" في بيئتها الطبيعية؛ كما تستجيب الخلايا المنفردة في أجسامنا بطريقة "ذكية" للعديد من العوامل- الكهربية، والكيميائية، واللمسية، وغيرها- من أجل أن تنمو وتتمايز **diffrentiate** بطريقة متناسقة. فإذا نظرنا إلى الذكاء كمجرد طريقة للاستجابة لمنبهات معقدة بطريقة تحافظ على بقاء الكائن الحي، فسيكون هذا تعريفا واسع الانتشار بالفعل.

لكن عندما يخلع باحث ما على النباتات صفة الذكاء، فهو لا يقصد الترويج والدعاية لعلم النبات، لكنه يهدف لتوضيح أن البشر قد أغفلوا ذلك القدر الهائل من التعقيد الموجود في الطريقة التي تدرك بها النباتات العالم المحيط بها وتستجيب له. وإذا كان استخدام مصطلح "الذكاء" سيثير جدالا أو خلافا حول مدى تعقيد النباتات ، فهو أفضل لفهمنا النهائي للموضوع!

وتشير حقيقة أن **99%** من الكتلة الحيوية **biomass** لكوكب الأرض تتكون من النباتات ، إلى أنها جيدة تماما في التعامل مع بيئتها المحلية. ويعتقد الباحثون أنه من الجدير

بالإعجاب أن ننظر إلى الطريقة التي تجري بها النباتات حساباتها حول بيئتها على أساس كامل النبات دون أن تكون متمتعة بميزة المخ. وحتى لو كان ذلك لا ينطوي على ذكاء، فمن الواضح أن ما تفعله النباتات هو الصواب. وقد يدفعنا ذلك لإعادة التفكير حول نوع التعقيد وكم الحسابات الذي يمكن لأجسامنا نحن أن تقوم به، حتى دون مساعدة من الجهاز العصبي المركزي!

نحن لا زلنا في بدايات التعرف على ذلك التنوع الرائع للاستجابات النباتية ، لكننا لم نجدها سوى في البرية ؛ فعندما يكون هناك تنوع حقيقي في البيئة – وليس مجرد الشروط الإحصائية المبسطة للدفيئات **greenhouses**- عندها فقط ستكشف السلوكيات الذكية حقا عن نفسها... وعلينا أن نتذكر أن آخر مكان يمكننا العثور فيه على الذكاء هو المختبر...

"1"هل يشعر النبات بالألم؟

يمثل هذا سؤال محيرا...ليس فقط لأننا لا نعلم الكثير عن النباتات ، بل والأهم من ذلك أن الأمر يتطلب مناقشة فلسفية لماهية وتعريف الألم، وما إن كانت جميع الحيوانات تستشعر الآلام بنفس الطريقة، إلخ... ولكن للتيسير على القارئ، سنعرّف الألم- مبدئيا- على أنه "استجابة لضغط "كرب " فيزيائي تهدف لتقليل هذا**stress** الضغط". وسنستخدم هذا التعريف لأنه برغم أن " الآلام " يعني أشياء كثيرة جدا بالنسبة لنا، إلا

أنه يعمل عموما "كإنذار" للجسم للابتعاد عن الخطر، مثلما يحدث عندما يقع ماء مغلي على ذراعك اليمنى- حيث يؤدي الشعور بالألم لإبعاد الذراع المتعرض للمؤثر المؤلم، وهو الماء الساخن في هذه الحالة. وبالتالي يمكننا التعرف على أن الألم- على مستوى أولي- يهدف لتقليل الضغوط.

وقد أثبتت الدراسات الحديثة أن النباتات تمتلك استجابات خاصة للضغوط ، فعند قطع إحدى أوراق نبات ما، على سبيل المثال، يتم إفراز مادة كيميائية تسمى الإثيلين "أحد الهيدروكربونات البسيطة" في صورة غاز ينتشر على جميع أجزاء سطح النبات. ولا يحفز إفراز هذا الغاز تضرر النبات فقط، بل وتحلله أيضا – فالنبات المتعفن يفرز كميات كبيرة من الإثيلين أيضا.

لكن لماذا نعتبر هذا استجابة للألم؟ ...لأن إفراز الإثيلين هذا يتحكم في استجابة النبات للضغوط، مثلما يفعل فرط نمو الخلايا. ويمثل ذلك إشارة للنبات لكي يقوم باتخاذ الخطوات المناسبة لتقليل الضغط. ولذلك فإن هذا التعريف يشبه كثيرا تعريف الألم الذي ذكرناه للتو.

والأكثر من ذلك أن العلماء الذين درسوا هذه الاستجابة لديهم طريقة غريبة للتعرف على وجود الإثيلين – عن طريق "الاستماع" إليه؛ فقد قاموا باحتجاز الغاز في غرف زجاجية صغيرة وقذفوه بأشعة الليزر، والتي تردد صداها بفعل جزيئات الغاز، وانبعثت منها أصوات ذات ترددات معينة. وعند رؤية هذا التأثير، سرعان ما

كان العلماء والصحفيون يطلقون على هذه الأصوات اسم "الصرخات" – وفجأة، بدت استجابة النبات لتعرضه للأذى أقرب ما تكون للألم كما نعرفه!

وباختصار، فعلى مستوى بسيط للغاية- ومع إغفال "مشاعر" الألم- يمكننا القول بأن النباتات تمتلك أنظمة واستجابات "تبدو" كالألم؛ فمن الصعب ، في واقع الأمر، أن نسميها ألما، إذ أن الألم ينطوي على أكثر من ذلك بكثير.

"2": هل يمكن للنباتات أن تقرأ أفكارك؟

يعمل كليف باكستر **Cleve Backster** منذ أكثر من **20** عاما كخبير على أجهزة اكتشاف الكذب ، كما أنه عمل لحساب وكالة المخابرات المركزية الأمريكية "**CIA**".

وفي إحدى ليالي الشتاء الباردة، شعر بالملل بعد تركيز طويل في قراءة وتفسير مخططات جهاز كشف الكذب، فنظر إلى النبات الموجود في إحدى زوايا مكتبه ، وهنا خطرت في ذهنه فكرة استخدام إلكترودات "مساري **electrodes**" المقاومة الكهربية " والتي تستخدم في البشر لاكتشاف العَرَق عن طريق قياس مقاومة الجلد بفعل الماء المحتوى في العرق، والذي يزيد إفرازه عندما يتعرض الإنسان للتوتر" لقياس معدل جريان الماء إلى أوراق النبات.

قام باكستر بتثبيت إلكترودين على أحد الأوراق

السميكة للنبات بواسطة شريط من المطاط، ثم صبّ الماء في الأصيص الذي ينمو فيه النبات ، وتتبع حركة القلم على مخطط جهاز كشف الكذب ، فماذا وجد؟...اكتشف أن الاهتزاز أقل من المعدل الطبيعي- وليس أكثر كما توقع أن يكون بسبب زيادة كمية الماء المتوفرة للنبات، لكنه وجد أن ذلك المخطط يماثل تماما ذلك الذي نحصل عليه من إنسان يحس استثارة عاطفية لطيفة "سعادة؟!".

فكّر باكستر بعد ذلك في أنه إذا آذى النبات ، فقد يجد استجابة على المخطط تشبه تلك الاستجابة الانفعالية الحادة كالخوف أو القلق في البشر؛ فوضع إحدى أوراق النبات في كوب القهوة الساخن الذي كان يحتسيه، لكن المخطط لم يظهر شيئا غريبا لمدة تسع دقائق، ففكّر – فقط فكّر- في حرق أحد جانبي ورقة النبات المثبت عليها الإلكترودين ، فظهر تغير كبير مفاجئ في الذبذبات ، كما لو أن ذلك النبات قرأ أفكاره! ... فما حدث أنه عندما أحرق ورقة النبات بالفعل، لم تكن هناك استجابة بحجم تلك التي ظهرت عندما فكر فقط في أذاه... وقام باكستر بعد ذلك بتكرار التجربة للتأكد من صحتها ، كما أجريت عشرات الأبحاث على غرار تلك التجربة، وأكد معظمها صحة ذلك "الحدس" النباتي، فبم نفسر ذلك سوى بأن نقول "سبحان الله رب العالمين".

"3": ذكاء النبات... الوجه الآخر

يرى بعض الباحثين أن "ذكاء النبات" يمكن دحضه علميا ؛ فقد يحدث بعض الإرباك عندما نحاول وصف الحياة النباتية أو الحيوانية بنفس المصطلحات التي نستخدمها لوصف الحياة في البشر. ومن هذا المنطلق، يرى البعض أن الإجابة عن سؤال "هل تمتلك النباتات مشاعر وأحاسيس؟" ، تتمثل في تعريف الكلمات المستخدمة في السؤال تحديدا دقيقا- فبرغم أنه من المشكوك فيه أن تكون مشاعر النباتات شبيهة بتلك التي نعالجها نحن البشر ، كما أنه من الثابت علميا أنها لا تمتلك جهازا عصبيا مثل الحيوانات، إلا أنها تستجيب في الوقت نفسه ، وتسمى هذه الاستجابات بالتوجهات **tropisms**.

فعلى سبيل المثال، تنزع النباتات للنمو بحيث تواجه مصدر الضوء، فهل يعني هذا أنها تخشى الظلام؟ ... بالطبع لا! لكن هذا يتم بفعل هرمونات نباتية تسمى الأوكسينات **auxins** ، وهي مواد كيميائية محفزة للنمو تتركز في الجانب المظلم من النبات، مما يؤدي بالتالي إلى نمو هذا الجزء بسرعة أكبر من ذلك المواجه للضوء.

وكذلك تستجيب النباتات للإصابة عند "جرحها" ، فيزداد معدل تنفسها تماما كما يحدث عندما يصاب الإنسان بجرح. لكن هذه الزيادة ناتجة عن زيادة استهلاك الموارد الغذائية المختزنة ، في محاولة من النبات لإصلاح التلف الحادث أو نمو خلايا جديدة ؛ فإذا كانت الإصابة شديدة للغاية ، تضطرب الاستجابات الفيزيولوجية للتحويل

الغذائي، وبالتالي يموت النبات.

وقد أظهرت الدراسات أن نباتات مثل الطماطم "تجهض" صغارها! وبرغم أن هذه الإجهاضات تحدث نتجية للضغوط التي يتعرض لها النبات، إلا أن هذه الضغوط فيزيولوجية وليست انفعالية؛ فحالات الإجهاض في النباتات المثمرة، على سبيل المثال، تمثل آلية دفاعية تضمن للنبات الحصول على قدر كاف من الماء والمغذيات يمكنه من إنماء عدد قليل من الثمار، عوضا عن محاولة إنضاج جميع ثماره، مما قد يتسبب في فقدها جميعا؛ فعملية نمو الثمار تستهلك قدرا كبيرا من الماء. ونتيجة للنقص في الموارد المائية للنبات بسبب الجفاف مثلا، يتقلص نمو النبات وبالتالي ينخفض عدد الثمار التي ينتجها... وهكذا ، يرى مؤيدو وجهة النظر هذه أن الغالبية العظمى من الاستجابات النباتية ما هي إلا تأثيرات مباشرة لتفاعلات كيميائية تتم داخل وحول النبات!

وهناك مثال أخير هنا، وهو أن ثمرة الطماطم – على سبيل المثال- تبقى حية حتى بعد جنيها، والدليل على ذلك قدرتها على تغيير لونها من الأخضر إلى الأحمر. فإذا كانت في حالة من "الهلع" نتيجة للصدمة المصاحبة لقطفها والخوف من أن تؤكل، فلابد أنها كانت سترفض الاستمرار في النمو بعد جنيها؛ فكان المتوقع في هذه الحالة أن تنكمش وتموت- مثلما يكون رد الفعل البشري في كثير من الأحيان- لكن الواقع أن ذلك لا يحدث في عالم النبات... ألأنها لا

تشعر، أم لأنها تشعر بطريقة مختلفة؟... من يدري...

وعن صفحة **DW** مقال جميل بعنوان :

وأنت تقطف زهرة هل فكرت أنها تراك؟

في طبعة جديدة من كتاب "ماتعلمه النباتات"، يكشف أحد الباحثين عن حقائق علمية تنشر لأول مرة، عن إدراك النباتات لمحيطها الخارجي من خلال حواس شبيهة بحواس الإنسان.

ظلت قضية مدى إدراك النبات للوسط المحيط به بعيدة عن البحث العلمي لفترة طويلة. ولكن هذا الموضوع أصبح محل اهتمام علمي متزايد في الآونة الأخيرة مما دفع الباحث دانيال شاموفيتز لتأليف كتابه "ما تعلمه النباتات" والذي نشر لأول مرة عام **2012**، ثم حظيت طبعته الحالية بتنقيح واسع وإضافات كثيرة.

عن هذا التنقيح يقول مؤلف الكتاب في مقدمته إن وتيرة الاكتشافات العلمية في عالم النبات تسارعت بشكل جعل الطبعة الجديدة تحتوي على معلومات رائدة، ربما كانت متضادة مع بعض الاستنتاجات التي وردت في الطبعة الأولى.

يعد شاموفيتز، باحث علم الأحياء، شخصية شهيرة في عالم أبحاث النبات.

قال المؤلف إنه يريد من خلال كتابه تقريب علم النبات لقاعدة عريضة من الجمهور.

واختار لهذا الهدف طريقة ربما ظن البعض أنها غير علمية، حيث شبه وسائل الإدراك لدى النبات بحواس الإنسان. ولكن هذه الطريقة تساعد في فهم ما يجري داخل النبات. بالطبع ليس لدى النبات أعين يرى بها، ولكن فصل "ما يراه أحد النباتات" خصص للأشكال المتنوعة التي تدرك بها النباتات الضوء. بل يستطيع النبات من خلال ذلك التعرف على الألوان المختلفة. أجرى شارليز داروين بالفعل تجارب عن توجه الجراثيم للضوء، ومن المعروف عن زهرة عباد الشمس أنها تتوجه نحو الشمس. هذا التوجه الضوئي معروف عن الكثير من النباتات.

كما أن النباتات ليس لها أنف ومع ذلك فإنها لا تطلق عطورا فقط، بل يمكن أن تشعر بالروائح المنبعثة من جيرانها، حيث تستطيع التعرف على بعض المواد الكيميائية الموجودة في الهواء المحيط بها. كما تستطيع الأشجار على سبيل المثال بواسطة مواد الفيرومونات الكيميائية تحذير نظرائها الموجودة في الوسط المحيط وذلك عندما تتعرض لهجوم من الحشرات الضارة.

كما أن "حاسة التذوق" لدى النبات قادرة على إدراك مواد كيميائية مختلفة، ولكن ليست المواد الموجودة في الهواء بل في الماء والتربة. ويمكن أن يؤدي التلامس إلى أن توقف النباتات نموها أو أن يتسارع هذا النمو كما يحدث على سبيل المثال عندما يلامس نبات متسلق سياجا.

على أي حال فباستطاعة الكثير من النباتات التمييز بين الساخن والبارد وملاحظة ذلك عندما تهتز أفرعها بفعل الرياح. وفي نهاية المطاف يتطرق المؤلف إلى كيفية معرفة النبات مكانه وما الذي يتذكره.

كتاب "ما يعلمه النبات" مثير للجميع الذين يريدون معرفة المزيد عن هذه الكائنات الخاصة. يكتب شاموفيتز بشكل تسهل قراءته جدا عن أبحاث علم الأحياء ولكنه يكتب أحيانا أيضا عن تاريخ البحث العلمي في هذا المجال والمطبوعات العلمية الزائفة. لا شك أن قراء الكتاب سينظرون للنباتات نظرة مختلفة بعد مطالعة هذا الكتاب.

وعن مجلة إرم نيوز

سلطت دراسة حديثة أجرتها الأستاذة في مركز علم الجينوم التكاملي بجامعة لوزان السويسرية كريستيان فانكهاوزر، الضوء على ظاهرة اكتشاف النباتات للضوء، التي لطالما أثارت اهتمام العلماء.

وركزت الدراسة، التي نشرها موقع "أدفينسيد ساينس نيوز"، على نبات "رشاد أذن الفأر"، وهو نبات من فصيلة البقوليات يُعتبر نموذجًا رئيسًا في البحث العلمي المتعلق بعلم الوراثة النباتية نظرًا لصغر حجمه وسرعة نموه، ويتميز هذا النبات بدوره في فهم العمليات الجينية والميكانيكية وكيفية استجابة النباتات للظروف

المحيطة والبيئية المتغيرة.

وقد بحثت الدراسة في الآلية التي من خلالها "ترى" النباتات و"تطارد" الشمس بمجرد إنباتها، حيث كان الجواب أن هذه النباتات تدرك الضوء من خلال الهواء، باعتباره عنصرا أساسيا في هذه الظاهرة.

واكتشفت الدراسة آلية فريدة موجودة داخل هيكل النبات، فيما جرى ملاحظة سلالة متحولة "عمياء" من نبات "رشاد أذن الفأر"، والتي تم إنشاؤها من خلال تطبيق عامل كيميائي يُحدث طفرات في الحمض النووي للبذور، ونتيجة لذلك، حتى في وجود مصدر للضوء، نمت هذه النباتات بشكل مستقيم للأعلى خلافًا للسلوك النموذجي والانحناء نحو الضوء.

وأكدت "فانكهاوزر" أن القنوات الهوائية بين خلايا ساق هذا النبات هي المسؤولة عن إدراك الضوء، حيث سهلت إنشاء تدرج ضوئي يمكن للنبات تفسيره، ونشأ هذا الإدراك من ظاهرة الانكسار الضوئي، حيث يتغير اتجاه الضوء عند الانتقال بين وسط الهواء والماء الموجود في الخلايا داخل الجذع.

وقد لاحظ فريق الدراسة أيضًا أن نباتات مثل الكرنب، الشبيهة بنبات الكانولا، تعتمد على قنوات هوائية مماثلة للتوجه الضوئي، وهو أمر بالغ الأهمية لتحسين امتصاص الضوء، ولا توجد قنوات الهواء بين خلايا النباتات في السيقان الأولية للنباتات فحسب، بل أيضًا في الأعضاء

الأخرى، بما في ذلك الأوراق والسيقان والجذور، وتتجاوز وظائفها مجرد التقاط الضوء.

وفي البيئات المغمورة بالمياه، تعتمد بعض أنواع النباتات على هذه القنوات للوصول إلى الأكسجين الحيوي، وخاصة في الجذور المهمة للتنفس.

وذكرت الدراسة بأن فهم تشكيل هذه القنوات يمكن أن يقدم نظرة ثاقبة حول كيفية نمو المحاصيل والقدرة على التكيف الزراعي وسط التحولات البيئية.

وأوضحت "فانكهاوزر" أن "التطبيقات العملية لهذا الاكتشاف في الزراعة لا تزال بعيدة المنال، بالرغم من أنه يؤثر إيجابيًا على فهم العلماء لبيولوجيا النبات وتقنيات الزراعة".

دراسة نشرتها **Alnaeem news** تحت عنوان: النباتات تتحدث لغة غريبة يفك العلماء أسرارها

كشفت دراسة جديدة عن قدرة النباتات على التواصل مع بعضها بعضا، كما يفعل الإنسان والحيوان، حيث تستخدم حواسها لنشر المعلومات بطريقتها الخاصة.

للنباتات طريقتها الخاصة في التفاعل مع بعضها بعضا، وإن أنظمة التواصل النباتية قد تكون أكثر تعقيدًا مما كنا نتخيل. حيث أن شبكات الاتصال هذه حساسة ومتوازنة.

معظمنا على دراية برائحة العشب المقطوع حديثًا، والمواد المتطايرة، أو المواد الكيميائية، التي يطلقها العشب. والتي نربطها بهذه الرائحة، هي إحدى الطرق التي تتواصل بها مع النباتات الأخرى القريبة من وجود مفترس. أو في حالة وجود جزازة العشب، مما يدفع إلى تعديل دفاعات النبات. وبدلاً من استخدام الإشارات السمعية، تستخدم النباتات الاتصال الناجم عن المواد الكيميائية.

في الآونة الأخيرة، اكتشف العلماء مدى جودة اتصال النباتات ومدى كفاءتها في إرسال الرسائل إلى أقرانها عبر جذورها. وعبر الإشارات الكهربائية، وعبر شبكة من الفطريات تحت الأرض، وعبر ميكروبات التربة.

وقد يكون العلماء على وشك اكتشافات مذهلة، مع التطورات الأخيرة التي تدمج الاتصالات بالإشارات الكهربائية داخل النباتات. وبين النباتات في البيوت الزجاجية الحديثة، لمراقبة ري المحاصيل، أو الكشف عن نقص التغذية.

ويحقق العلماء هذا من خلال إدخال مجسات كهربائية صغيرة، تشبه إبر الوخز، لاختبار كيفية ارتباط التغيرات في الإشارات الكهربائية بأداء النبات مثل نقل الماء والمغذيات، وتحويل الضوء إلى سكريات مهمة.

حتى أن الباحثين أثروا على سلوك النبات من خلال إرسال إشارات كهربائية من الهواتف المحمولة. مما جعلها تؤدي استجابات أساسية

مثل فتح أو إغلاق الأوراق.

يحدث قدر كبير من الاتصالات بين النباتات تحت الأرض، وتُسيرها شبكات فطرية كبيرة تُعرف باسم "شبكة الخشب الواسعة". وتربط هذه الشبكة من الفطريات الأشجار والنباتات تحت الأرض، مما يسمح لها بمشاركة الموارد مثل الماء. والمغذيات والمعلومات. ومن خلال هذا النظام، يمكن للأشجار الأكبر سنًا مساعدة الأشجار الأصغر سنًا على النمو. ويمكن للأشجار تحذير بعضها بعضا من المخاطر مثل الآفات.

إنها أشبه بشبكة إنترنت تحت الأرض للأشجار والنباتات، تساعدها على دعم بعضها والتواصل مع بعضها بعضا. الشبكة واسعة النطاق، ويُعتقد أن أكثر من **80 %** من النباتات متصلة ببعضها، مما يجعلها واحدة من أقدم أنظمة الاتصال في العالم.

وبحسب الدراسة المنشورة في مجلة "ساينس أليرت" العلمية، فإن أي تأثير على التربة من خلال المواد الكيميائية. أو إزالة الغابات، أو تغير المناخ، يمكن أن يعطل عقد الاتصال بين النباتات.

الفصل الثاني إشارات النباتات الكيميائية

الاتصالات الكيميائية

النباتات تعتمد بشكل رئيسي على الإشارات الكيميائية للتواصل. عند تعرض نبات لهجوم من حشرة، يطلق مواد كيميائية تطلق في الهواء تنبه النباتات المجاورة لاتخاذ تدابير وقائية، مثل إنتاج مواد مضادة للحشرات.

من المعروف أن الطماطم المجروحة تنتج مركب ميثيل جازمونات الطيار ذا الرائحة الذي يلعب دور إشارة تحذيرية. تستطيع النباتات المجاورة أن تستشعر المادة الكيميائية وتستعد للهجوم عن طريق إنتاج مركبات كيميائية تلعب دورًا دفاعيًا ضد الحشرات وتجذب مفترسات الحشرات. يستخدم النبات مسارات إشارة هرمونية لتنسيق نموه وشكله

تُنتج النباتات العديد من البروتينات التي توجد أيضًا في الجهاز العصبي لدى الحيوانات، مثل الأسيتيل كولين إستيراز، ومستقبلات الغلوتامات، ومستقبلات غابا "غاما أمينو بيوتيريك أسيد"، ومركبات إشارة الكانابينويدات الداخلية. قد تستخدم أيضًا الأدينوزين ثلاثي الفوسفات "إيه تي بّي"، وأوكسيد النيتريك "إن أو"، وأنواع الأوكسيجين التفاعلية "آر أو إس" لنقل الإشارة

بالطرق نفسها التي تحدث لدى الحيوانات

الفيرمونات النباتية

العديد من النباتات تطلق مركبات عضوية متطايرة "**VOCs**" تعمل كفيرمونات لتنبيه أو جذب حشرات مفيدة مثل الملقحات أو لتحذير النباتات الأخرى.

الاستجابة للإشارة

يتوسط السلوك التفاعلي المصاحب للنبات كل من الفيتوكرومات، ومركبات
الكينين، والهرمونات، والمضادات الحيوية، وإطلاق المواد الكيميائية الأخرى، وتغيرات في الماء والنقل الكيميائي، وغيرها من الوسائل. تكون تلك الاستجابات بطيئة عمومًا وتستغرق عددًا من الساعات على الأقل لإتمامها، ويمكن ملاحظتها بالشكل الأمثل باستخدام التصوير السينمائي المتقطع، ويمكن أيضًا أن تحدث حركات سريعة. تستجيب النباتات إلى إشارات المركبات الكيميائية الطيارة التي تنتجها النباتات الأخرى. يزداد معدل الجازمونات بسرعة أيضًا استجابةً للاضطرابات الميكانيكية مثل التفاف المحاليق.

تمتلك النباتات العديد من الاستراتيجيات لصد

الآفات. على سبيل المثال، يمكنها إنتاج عدد هائل من السموم الكيميائية المختلفة "السموم النباتية" ضد المفترسات والطفيليات، أو يمكن أن تطلق موتًا خلويًا سريعًا في الخلايا المصابة لإعاقة تقدم الآفات وانتشارها. بعض النباتات قادر على الحركة السريعة:

يستجيب ما يسمى "النبتة الحساسة" "ميموزا بوديكا، أو الميموزا العفيفة" لأدنى لمسة فيزيائية عن طريق طي أوراقها الريشية الرقيقة بسرعة لتتجه بذلك نحو الأسفل.

تعطي النباتات اللاحمة مثل نبات مصيدة فينوس "خناق الذباب" بنىً ورقية متخصصة تغلق على الفور عندما تلمسها الحشرات أو تحط عليها.

في نبات خناق الذباب، يُستشعر اللمس بواسطة الأهداب التي تتوضع على باطن الأوراق المتخصصة، التي تولد جهد فعل يحرض الخلايا الحركية ويؤدي إلى حدوث الحركة.

توصيل الإشارة هو الآلية المسؤولة عن التكيف في النباتات. تتضمن الاستجابات التكيفية:

1- السعي الفعال وراء الضوء والغذاء. تقوم النباتات بذلك عن طريق تغيير بينتها، على سبيل المثال: نمو الغصن واتجاهه وفيزيولوجيته ونمطه الظاهري.

2- تغير اتجاه الأوراق والأغصان استجابةً لمصدر الضوء.

-3 استشعار حجم التربة وتكييف النمو تبعًا لذلك، بغض النظر عن إتاحة العناصر الغذائية.

-4 الدفاع ضد الحيوانات العاشبة.

* * ويكيبديا عن جوزيف دالتون هوكر. توماس هنري هكسلي. غريغور يوهان مندل

وعن موقع الجزيرة نت

علماء يكشفون كيف تستطيع النباتات أن تشم

يخطئ الظن من يعتقد أن النباتات كائنات لا تمتلك حاسة الشم لمجرد أنها ليس لديها عضو خاص بهذه الحاسة كالأنف، حيث بينت نتائج دراسات وأبحاث عدة خلال العقدين الأخيرين وجود العديد من النباتات التي يمكنها تمييز وتحديد الروائح المختلفة فيما يشبه حاسة الشم لدى البشر والحيوانات، إلا أن الكيفية التي يستطيع بها النبات الإحساس بالروائح لم تكن مفهومة بشكل كامل بعد.

لكن تمكن فريق بحثي من جامعة طوكيو اليابانية مؤخرا من إماطة اللثام عن هذا اللغز لفهم الأسس الجزيئية التي تقوم عليها تلك العملية، ولم يتوقف الأمر عند هذا الحد، إذ اكتشف الفريق الكيفية التي تؤثر بها الروائح على جينات النباتات لتدفعها إلى سلوك مغاير غير مألوف.

ونشرت تلك الاكتشافات نهاية ديسمبر/كانون الأول الماضي في دورية الكيمياء البيولوجية لتوضح أن هناك بروتينات معينة بخلايا النباتات يمكنها الارتباط بالمركبات المسؤولة عن الروائح، مما يجعل النباتات تشعر بها، كما أن
تلك البروتينات يمكنها التحكم في التعبير عن جينات معينة، مما يغير سلوك النبات.

وتختلف الطريقة التي يستطيع بها النبات إدراك الروائح بشكل كامل عن تلك الطريقة لدى البشر والحيوان، حيث إن البشر والحيوانات يمتلكون مستقبلات للروائح على أسطح الخلايا الموجودة بالأنف، والتي يمكنها التعرف على المركبات المسؤولة عن الروائح ثم تحفيز إرسال إشارات إلى الجهاز العصبي للتصرف وأخذ رد فعل ملائم لكل رائحة.

بينما تتمكن النباتات من التعرف على فئة معينة من المركبات المسؤولة عن الروائح تعرف باسم المركبات العضوية المتطايرة، وذلك من خلال ارتباطها ببعض أنواع جزيئات البروتين الموجودة داخل الخلية.

وإلى جانب هذا تعمل تلك الجزيئات البروتينية كمثبطات مساعدة للنسخ، أي يمكنها التحكم في التعبير الجيني عبر تشغيل أو
تثبيط الجينات المسؤولة عن وظائف معينة، وبالتالي تكون ردة فعل النبات بناء على إدراكه للرائحة نابعة من تغير طريقة عمل شفرته الوراثية.

وقد توصل فريق العلماء إلى فهم تلك الآلية عبر تعريض خلايا من نباتات تبغ بعمر أربعة أسابيع إلى العديد من المركبات العضوية المتطايرة، ثم دراسة التغيرات في التعبير الجيني لدى تلك النباتات استجابة لتلك المركبات المسؤولة عن الروائح.

ويسعى الفريق البحثي عبر نشر اكتشافه إلى تشجيع العلماء على دراسة الأمر ذاته بنباتات أخرى.

ويشير الأستاذ في جامعة طوكيو وأحد الباحثين المشاركين في الدراسة كازوشيجي توهورا إلى أن فهم تلك الآلية الجينية وراء إدراك الروائح في النباتات قد يعني أنها قادرة على التعرف على عدد أكبر من الروائح مقارنة بالبشر والحيوانات بناء على عدد الجينات التي قد تنخرط في تلك الآلية.

وأوضح أن البشر يمتلكون أربعمئة من مستقبلات الروائح فقط، في حين يمتلك الفيل ألفين منها كأكبر عدد لمستقبلات الروائح بالحيوانات.

ومن شأن ذلك الاكتشاف أن يفتح الباب لتطبيقات جديدة للتحكم في سلوكيات أو خصائص النبات دون الحاجة إلى تعديل جيناته بطرائق الهندسة الوراثية، حيث يمكن تعريض النباتات لروائح معينة لإحداث تغيير مطلوب في سلوكياتها وخصائصها.

فعلى سبيل المثال يمكن لبعض الروائح التأثير

على النبات ليقوم بتغيير طعم أوراقه أو يصبح أكثر قدرة على مقاومة الآفات الزراعية أو حتى أكثر جذبا للنحل.

وفي نهاية المطاف تبين لنا أن النباتات أكثر قدرة مما نتخيل، فبإمكانها أن تشم دون أنوف،

كما يمكنها أن تفكر وتتخذ قرارات وحتى أن تتواصل فيما بينها في حديث صامت، كل تلك الأمور اكتشفها العلماء مؤخرا في محاولة لفهم تلك الحكمة الخضراء التي كانت عصية على الأفهام من قبل.

وفي مقال في **Frontiers forYoung Minds** بعنوان:

كيف تتحدث النباتات مع بعضها البعض



تستلزم جميع أشكال التواصل بين الكائنات الحية تبادل المعلومات "الإشارات" بين أطراف التواصل. ونحن نعرف أن الحيوانات تتواصل دائمًا مع بعضها البعض أثناء تنقلها في موائلها.

فكِّر في تغريد العصافير أو زئير الأسود. وفي

المقابل، غالبًا ما يُنظر إلى النباتات على أنها كائنات حية غير متحركة وعاجزة عن هذا الشكل من أشكال التواصل.

وقد كان تشارلز داروين من أوائل العلماء الذين اعترضوا على هذه الفكرة.

أبحاث داروين المبكرة حول سلوك النبات

وفي ثمانينيات القرن التاسع عشر، أجرى تشارلز داروين وابنه فرانسيس سلسلة من التجارب على الجذور أوضحت أن كُمة الجذر هي أهم جزء في النبات.

فكُمات الجذور هي الطرف المتنامي للجذر أو "قمته"، المعروف أيضًا بـ"غطاء الجذر". تحس بالمحفزات مثل الضوء والجاذبية والمواد الكيميائية والصوت. وتنقل كُمة الجذر الرسائل التي تؤدي دور الإشارات التي تفعِّل عمليات على غرار النمو والحركة الاتجاهية وإنتاج الغازات الخاصة وإطلاقها. وهي عمليات شبيهة بما تقوم به أدمغة الحيوانات والبشر، لذا اقترح داروين وابنه أن كُمة الجذر يمكنها أن تؤدي وظيفة "دماغ" النبات "

وها هي بعض الكلمات التي صرحوا بها:

ليس من قبيل المبالغة أن نقول إن كُمة الجذير "وهو الجذر الصغير"... لديها القدرة على توجيه حركات الأجزاء المجاورة -أي تتصرف مثل

الدماغ... واستقبال الانطباعات من أعضاء الحواس وتوجيه الحركات المتعددة.

وأوضح تشارلز داروين أيضًا أهمية المواد الكيميائية بوصفها إشارات تواصل في النباتات. وقد استُمدت بعض أقدم التقارير بشأن الإشارات الكيميائية في النبات من تجاربه في سبعينيات القرن التاسع عشر. كما أظهر داروين أن المواد القابلة للذوبان التي تُنتج عند طرف البراعم النامية لشتلات الشعير قد نُقلت من خلال السيقان، حيث تسببت في انقسام الخلايا وانحناء الساق. ونحن نعرف الآن أن هذه الإشارات الكيميائية هي هرمونات تُسمى الأوكسينات

هو هرمون نباتي يحفِّز نمو الساق أو تقوسه. ، تنتقل في جميع أنحاء أجسام النباتات وتضطلع بالعديد من الأدوار المهمة في نمط تطورها وشكلها العام.

المواد الكيميائية والصوت هما وسيلتا التواصل لدى النباتات

كانت إحدى الأفكار التي توصل إليها داروين هي أن النباتات كائنات نشيطة للغاية. ونحن نعرف الآن أن النباتات مُثبّتة عادةً في مكان واحد بواسطة أنظمة جذورها، ومع ذلك فهي لا تزال قادرة على الحركة. فمثلًا، إذا استخدمنا أجهزة قياس متطورة، يمكننا أن نلاحظ أن أوراق

النباتات وجذورها ومحالقها في حركة إيقاعية ثابتة لأنها تستجيب للعوامل الخارجية مثل ضوء النهار والجاذبية ودرجة الحرارة والماء والمغذيات والتهديدات. فالنباتات لا تتحرك بطريقة عشوائية، بل بطريقة مقصودة. فهي تتحرك لاكتشاف المعلومات الرئيسية عن بيئاتها وللاستجابة بطريقة مناسبة وتوصيل هذه المعلومات للنباتات الأخرى باستخدام إشارات سهلة الفهم.

وعلى عكس الحيوانات، تظل النباتات عادةً في مكان واحد طوال حياتها "ما عدا الجذور، التي يمكنها أن تتحرك في جميع أنحاء التربة"، ولكن في بعض الأحيان قد يكون هذا الموقع بعيدًا عن المثالية. فمثلًا، قد يكون ثمة القليل من الضوء أو الماء، أو القليل جدًا من المغذيات اللازمة لنمو النباتات بفعالية.

وقد تكون النباتات المنافِسة موجودة بالفعل لمزاحمة النبات الجديد أو قد تهاجمه الآفات ومسببات الأمراض

هي الكائنات الحية التي تُسبب الأمراض.

، ناهيك عن حيوانات الرعي. ومن ناحية التطور، من المنطقي أن يرسل النبات الذي يواجه هذه التهديدات إشارة بالمحنة التي يمر بها إلى النباتات الأخرى، حتى يمكنها تجنب المخاطر أو الدفاع عن أنفسها بصورة أفضل ضد التهديدات. وتوضح الأبحاث الحديثة أن أهم طريقتي تواصل يستخدمهما النبات هما المواد الكيميائية

والصوت.

الإشارات الكيميائية - أهمية المُركّبات العضوية المتطايرة

المُركّبات العضوية المتطايرة هي المُركّبات الغازية التي تؤدي دور المرسال الكيميائي بين الكائنات الحية.

هي النوع الأكثر شيوعًا من الإشارات الكيميائية التي تطلقها النباتات. وهي عبارة عن جزيئات صغيرة تُطلق في شكل غازات تنتشر بسهولة عبر الهواء، بعيدًا عن النبات الذي ينتجها.

وتشبه بعض هذه المُركّبات العضوية المتطايرة النباتية كيميائيًا الفيرومونات

هي مواد كيميائية تفرزها بعض الحيوانات تساعدها في التواصل مع الحيوانات الأخرى من نوعها.

التي تستخدمها العديد من الحيوانات. فمثلًا، يخضع عالم النمل إلى حد كبير إلى تحكم الفيرومونات التي تسمح للنمل بإيجاد الطعام والتعرّف على رفاقه في العش. ويُطلق على أحد أكثر المُركّبات العضوية المتطايرة النباتية شيوعًا اسم ميثيل جاسمونيت، الذي تنتجه النباتات التي تتعرض للهجوم وتطلقه

. يتكوّن مركّب ميثيل جاسمونيت داخل النبات المصاب، مثلًا عندما يحاول حيوان أكله. وبمجرد

إطلاق النبات المهاجم للميثيل جاسمونيت، ينتقل المّركّب عبر الهواء إلى الأجزاء غير التالفة من النبات نفسه وإلى النباتات المجاورة، حيث يفعِّل آليات الدفاع لدى الجيران غير المُعرضين للهجوم.

ومن الُمركبآت العضوية المتطايرة ذات الصلة بالدفاع التي تنتجها النباتات ساليسيلات المثيل، والتي تشبه كيميائيًا مسّكِن الآلام البشري، الأسبرين.

تطلق النباتات المُركّبات العضوية المتطايرة في الهواء لتنبيه جيرانها إلى التهديدات، وتستجيب النباتات المجاورة لهذه الإشارات من خلال الاستعداد للدفاع عن نفسها حتى قبل مهاجمتها.

فمثلًا، ستبدأ النباتات التي تكتشف المُركّبات العضوية المتطايرة في إنتاج مُركّبات مضادة للفطريات أو سموم مضادة للحشرات في غضون ثوانٍ لحماية أنفسها. وفي بعض الحالات، يمكن للمُركّبات العضوية المتطايرة الانتقال لمسافات طويلة تحت الأرض من خلال نظام الجذور. ويعني هذا أن النباتات يمكنها تحفيز الخلايا الجذرية لشّن استجابات دفاعية ضد غزو الفطريات أو البكتيريا في التربة. وتُطلق المُركّبات العضوية المتطايرة الأخرى من الخلايا الجذرية لجذب الفطريات أو البكتيريا المفيدة. ومن الأمثلة على هذه الفطريات والبكتيريا، الفطريات التي تساعد جذور النباتات على امتصاص مغذيات التربة بمزيد من الكفاءة، أو

البكتيريا التي تحوِّل غاز النيتروجين من الغلاف الجوي إلى مغذيات تساعد النباتات على النمو بصورة أسرع. ومن ثمّ، تستخدم النباتات مُركّبات عضوية متطايرة معينة لتحذير جيرانها من التهديدات، في حين تسمح المُركّبات العضوية المتطايرة الأخرى للنباتات بجذب المزيد من الكائنات الحية المفيدة.

الإشارات الصوتية

نستخدم -نحن البشر- الموجات الصوتية للتواصل مع بعضنا البعض، غير أن الأذن البشرية لا يمكنها اكتشاف جميع الموجات الصوتية. ومن الخصائص الرئيسية للموجات الصوتية ترددها

هو عدد مرات وقوع حدث متكرر لكل وحدة زمنية. ويُقاس التردد بالهرتز الذي يساوي حدثًا واحدًا في الثانية.

، الذي يُقاس بالهرتز. ولا يمكن أن يسمع البشر سوى الترددات الصوتية التي تتراوح من **20** إلى **20,000** هرتز. وتُسمى الأصوات ذات الترددات التي تقل عن **20** هرتز عادةً دون صوتية

هي موجات صوتية بتردد < **20** هرتز. ولا يستطيع البشر سماع هذه الترددات.

، في حين تُسمى الأصوات ذات الترددات التي تزيد عن **20,000** هرتز فوق صوتية

هي موجات صوتية بتردد أكثر من **20,000**

هرتز. ولا يستطيع البشر سماع هذه الترددات.

وعادةً ما تكون الإشارات الصوتية التي تستخدمها النباتات بتردد يتعذر على الأذن البشرية سماعه، ولكن يمكن أن تلتقطها النباتات الأخرى والحيوانات . وفي البرية، قد تتمكن النباتات من النمو جيدًا مع بعض الجيران دون البعض الآخر فعلى سبيل المثال، أوضحت دراسة أُجريت في أستراليا في عام **2013** جليًا التأثيرات المفيدة لنباتات الريحان على نمو نباتات الفلفل الحار، وهو ما يؤكد ما لاحظه العديد من البستانيين سابقًا في حدائقهم. في حين يقل نمو الفلفل الحار في وجود نباتات الشمر. يخّمن هؤلاء المؤلفون أن الاهتزازات الدقيقة في خلايا كل نبات قد تنتج "أصواتًا" ذات ترددات يمكن للنباتات الأخرى اكتشافها، وتخبرها بما إذا كانت تنمو بالقرب من جار "سيء" أم "جيد"

وفي تجارب أخرى، اتضح أن جذور الذرة الصغيرة تصدر أصوات طقطقة بسيطة في الطرف الأدنى من نطاق السمع البشري "حوالي **220** هرتزًا". وعندما عُلقت الجذور في الماء حتى تتمكن من الحركة بسهولة أكبر، انحنت نحو هذه الأصوات. وتتضمن الأصوات الأخرى ما يبدو مثل انفجارات الفقاعات الغازية في أنسجة نسيج خشب: هو شبكة من "الأنابيب" الدقيقة في النباتات تنقل الماء والمعادن من الجذور إلى باقي أجزاء النبات.

النباتات، ولكن هذه موجات فوق صوتية لا تكتشفها سوى الحشرات وبعض الحيوانات الأخرى، لذا ربما تتواصل هذه النباتات مع الحيوانات .

وتُعد تقنية سماع انفجار فقاعات النباتات في الواقع بسيطة للغاية. فأجهزة الاستشعار الصوتية المُصممة لاكتشاف الشقوق في الجسور والمباني يمكنها التقاط الفرقعات الفوق صوتية.

وقد أوضح باحثون في الصين أن بإمكانهم زيادة المحاصيل النباتية من خلال بّث موجات صوتية ذات ترددات معينة. ومن ثمّ، قد تنطوي نصيحة البستاني القديم بالتحدث إلى نباتاتك على بعض الحقيقة.

وعلاوةً على ذلك، درس باحثون آخرون كيف تؤدي الترددات المختلفة وشدة الأصوات إلى تغيير التعبير الجيني للنباتات. وتوضح النتائج التي توصلوا إليها أن الاهتزازات الصوتية تؤثر حقًا في التفاعلات الكيميائية الأساسية التي تحدث داخل الخلايا النباتية.

أهمية تواصل النباتات

خلاصة القول إن النباتات لديها قدرة رائعة على التواصل. فهي تواصل إطلاق الكثير من المعلومات المفيدة في البيئة، خاصةً باستخدام المواد الكيميائية والأصوات. ولقد بدأنا للتو في فهم كيفية إنتاج هذه المعلومات وكيف تلتقطها

النباتات والحيوانات الأخرى بعد ذلك وتستخدمها لمنفعتها الخاصة. لذلك، في المرة القادمة التي تطأ فيها بعض العشب أو تقطف زهرة، تذكّر أن النبات المصاب المسكين ربما يصرخ لجيرانه في هذه اللحظة؛ ولكننا -نحن البشر- لا يمكننا سماعه.

وتقرير تحت عنوان: سموم، مواد كيميائية وخناجر! تقنيات مذهلة تدافع بها النباتات عن نفسها من صفحة الإتجاه الديمقراطي:



لا يتمتع البطيخ بعقل واعٍ! فهذا بديهي. لكن عدم وجود جهاز عصبي مركزي لا يمنع هذا النبات، أو النباتات الأخرى، من حماية نفسها بشكل أو بآخر عندما تتعرض لخطر القتل أو الالتهام. إذ تفتخر بعض أنواع النباتات بأسلحة خطيرة مثل الأشواك أو الخناجر المدببة التي تمنع الحيوانات التي تقتات على العشب من أكلها. وحتى أن بعضها مليٍء بالسموم لإصابتها بالمرض أو ما يصل أحياناً لدرجة القتل.
وعلى الرغم من أن الطماطم قد لا تكون قادرة

على الصراخ والاستغاثة، فإن بعض النباتات تنبعث منها مركبات تحذر أقربائها من اقتراب التهديدات.

وبالرغم من هذه الإمكانيات المتطورة، لكن نادراً ما نفكر في النباتات على أنها تمتلك آليات البقاء أو استراتيجيات الدفاع الخاصة بها، إلا أن الحقيقة أن الكثير منها يفعل ذلك بمهارة وذكاء ما مكنها من البقاء على قيد الحياة لآلاف السنين. في هذا التقرير نستعرض بعض الطرق المدهشة التي تحاول بها النباتات الدفاع عن نفسها من التعرض للأكل أو تفشي الحشرات وحتى نمو الفطريات.

1- نباتات الذرة وتقنية استدعاء الدبابير لنجدتها!

الجميع يحب الذرة، لكن هل تعلم أن نباتات الذرة يمكنها جذب الدبابير عمداً ضمن تقنياتها المتطورة في حماية نفسها؟ فعندما تتلف نباتات الذرة تطلق مركبات كيميائية تعمل كإشارة استغاثة تجذب الدبابير إلى النبات. وتسمى هذه المواد الكيميائية بـ **"terpene synthase"**، وهي إنزيمات تشكل مركبات رائحة يطلقها النبات. وعندما تنجذب الدبابير إلى الرائحة ويمكن أن تساعد في حماية سيقان الذرة عن طريق تدمير الآفات والتهامها. حتى أن بعض أنواع الدبابير الطفيلية تضع بيضها داخل أجسام الآفات مثل اليرقات، والتي تقتل الآفة في النهاية وتساعد في السيطرة على أعدادها، الأمر الذي

يساهم في حماية نبات الذرة من التلف بسبب العدوى.

2- نباتات تأخذ هيئة الحصى والحجارة

في بعض الأحيان، يكون أفضل دفاع عن النفس هو ارتداء زي رائع. وهذا ينطبق بالتأكيد على نبات فاليثوبس، المعروف أيضاً باسم نباتات الحصى، فهو يتمتع بقدرة تكيف رائعة تسمح له بالتشبه بالحجارة، وبالتالي يمتزج بشكل فعال في محيطه القاحل والصخري الذي ينمو فيه. هذا التنكر الطبيعي بمثابة دفاع قوي ضد الحيوانات العاشبة الجائعة، لكن هذا ليس الشيء الوحيد الذي يمكن لهذا النبات العبقري فعله.

تخصص نباتات ليثوبس جزءاً كبيراً من هيكلها لتخزين المياه، وتعمل أوراقها السمينة، التي تشبه الصخور في المظهر، كخزانات لتخزين المياه. هذا التكيف يتيح للنباتات البقاء على قيد الحياة في المناطق التي تعاني من الجفاف الشديد، مثل الصحاري، حيث تشكل ندرة المياه تهديداً مستمراً. وباعتبارها كائنات ذاتية التلقيح، فإنها تعتمد على وضع البذور داخل كبسولة مثمرة مائية تتكون من **4** إلى **8** غرف، ولا تفتح هذه الكبسولات إلا عند ملامستها للرطوبة، مثل قطرات المطر التي تلعب دوراً مهماً في توزيع البذور. لذا، فإن زيها الصخري يحافظ عليها في مأمن من الأكل ويحافظ على رطوبتها ويتمم عملية تكاثرها أثناء الاختباء.

3- مادة كيميائية خاصة يفرزها نبات البروكلي

بالرغم من كونها أحد أكثر أنواع الخضراوات التي يعتمد عليها الإنسان كمصدر للغذاء شيوعاً، يحتوي نبات البروكلي على مادة السلفورافان لحماية نفسه من المفترسات المحتملة.
والسلفورافان هو مركب نباتي طبيعي يوجد في العديد من الخضراوات الصليبية مثل: البروكلي والملفوف والقرنبيط واللفت. لكن في نبات البروكلي، يعتبر السلفورافان حماية طبيعية ضد الآفات والأمراض التي قد تصيبه، حيث تقتل الآفات أو تطردها بعيداً، وتقيه من التقاط العدوى.

لحُسن حظ البشر، يعتبر السلفورافان إضافة ممتازة للنظام الغذائي. ويمكن للمركب أن يحقق الوقاية الكيميائية من خلال آليات مختلفة وله تأثيرات وقائية على الخلايا من الإجهاد التأكسدي. يُعد السلفورافان أيضاً أحد مضادات الأكسدة التي تقاوم الجذور الحرة وتقلل من الالتهابات وتم ربطه بتحسين صحة القلب والهضم.

4- خصائص الاختباء والرائحة الكريهة لنبات الميموزا

نبات الميموزا بوديكا، المعروف باسم النبات الخجول، يحمي نفسه من الحيوانات المفترسة والضغوط البيئية بطريقة خاصة جداً. فأوراق

هذا النبات مغطاة بشعيرات صغيرة تظهر حساسية عالية للمس ودرجة الحرارة والحركة. وعندما يتم لمس أوراقه، فإنها تغلق وتنطوي إلى الداخل وتعطي مظهر نبات يابس لا حياة فيه. وتُعد تقنية طي الأوراق تلك رادعاً للحيوانات المفترسة، حيث تقل احتمالية إدراكهم للنبات كمصدر محتمل للغذاء. علاوةً على هذا، يأتي الدفاع الكيميائي كثان استراتيجية دفاعية لنبات الميموزا بوديكا. فعندما تنزعج جذور هذا النبات المزهر الاستوائي، فإنه يبعث رائحة كبريتية كريهة. تعمل هذه التقنية كنظام إنذار نباتي، لردع التهديدات المحتملة.

5- الكافيين هو السلاح السري لنبات القهوة

يُعد الكافيين مبيداً طبيعياً يستخدمه نبات القهوة لحماية نفسه من الآفات والنباتات العشبية المفترسة الأخرى. إذ يحتوي الكافيين على مضادات حيوية قوية ومضادة للفطريات، كما يسبب العقم للعديد من الحشرات. كذلك يتغلغل الكافيين أيضاً في التربة التي تحيط بالنباتات عن طريق تراكم الأوراق المتساقطة وثمار التوت الخاصة به، ما يعيق نمو النباتات المنافسة حوله. يوفر الكافيين أيضاً الحماية للنبات تحت التربة، فيحميه من البكتيريا والفطريات. لكن عند القيام بذلك، فإن نبات الكافيين الشهير يقتل نفسه في النهاية أيضاً، حيث يتراكم في التربة بنسب كبيرة مع الوقت لدرجة أن مستوى السمية بالتربة يلحق الضرر بالنبات الأم.

6- السم القاتل لبناتات الفوكس غلوف

"فوكس غلوف"، أو "قفاز الثعلب"، هي واحدة
من تلك النباتات التي قد تخدع البشر
والحيوانات على حد سواء. فبالرغم من شكلها
الجذاب ولونها الزهري الزاهي، يمكن أن يؤدي
تناول أي جزء من هذا النبات إلى تسمم شديد.
وتشمل المواد السامة الموجودة في نباتات قفاز
الثعلب ديزلانوسيد وديجيتوكسين وديجيتاليس
جليكوسيد، وهي عناصر شديدة السمية للكائنات
الحية، وتشمل الأعراض عند التعرض للنبات أو
استهلاكه الغثيان والصداع وتهيج الجلد
والإسهال.
وفي الحالات الشديدة، يمكن أن يؤدي النبات
حتى إلى اضطرابات بصرية وإدراكية ومشاكل
في القلب أو الكلى. وبالرغم من مخاطر المركبات
السامة في النبات، فإنها ليست كلها سيئة. إذ
تحتوي نباتات قفاز الثعلب على الجليكوسيدات
السامة التي تستخدم طبياً لعلاج قصور القلب.

7- الأشواك والوخز بالخناجر والشعيرات اللاذعة

الأشواك والخناجر الدقيقة هي في الأساس
فروع أو سيقان مدببة تتمتع بها العديد من
النباتات لوقاية نفسها من أي جسم معتدي
يحاول التهامها أو قتلها من خلال الطعن والوخز.
وتتمتع نباتات عديدة بمثل تلك التقنيات مثل
أشجار الورود والصبار وغيرها من النباتات ذات
النتوءات المدببة الموجهة لمن يقترب من بشرة

النبات ولتجنب الحيوانات المفترسة. عادة لا تدافع الأشواك عن السيقان النضرة للصبار ضد الحشرات والحيوانات النهمة الآكلة للعصارة والورق فحسب، بل تحميها أيضاً من الشمس.

علاوةً على الأشواك والخناجر، هناك تقنيات أكثر تعقيداً قد تتمتع بها بعض النباتات الأخرى، وهي ملمسها الشوكي الخشن المليء بالشعيرات الواخذة التي تفرز سموماً قادرة على إصابة البشر والحيوانات والحشرات بالتهيج والتحسس أو حتى الموت. ومن بين تلك النباتات نبات القراص اللاذع الذي يتمتع بفرو خشن من هذه الهياكل المدببة لحماية نفسه من أي تهديد. وبعض النباتات -مثل نبات القراص- لها غدد مرتبطة بحقن السم في الجروح بعد لسع الجسم الغريب، حتى أن بعض نباتات القراص الاستوائية قد تسبب تلفاً دائماً للأعصاب أو حتى الموت.

ومن مجلة الرافد الثقافية تحت عنوان: هل تتكلم النباتات؟

يشير بعض العلماء إلى أن النباتات تتحدث فيما بينها أو مع بعض الحشرات التي تنجذب إليها بلغة وصوت لا يفهما بني البشر، ومن بين هذه النباتات يشار إلى أن الفاصوليا والتبغ والورود، من أشهر أمثلة النباتات المتكلمة. وهي ثرثارة ولا ينقطع الحديث بينها. ومعروف أن الكلام ينتقل عن طريق الذبذبات الصوتية، ولكن طريقة

النباتات المتكلمة في التحدث مختلفة عن ذلك. فهي تستخدم تواصلاً كيميائياً للتحدث مع ما حولها. فالكلمة هنا تخرج على شكل رائحة كيميائية، تطير نحو النبات أو الحشرة المقابلة. والإنسان لا يلتقط عبر أنفه هذه الروائح، ولكن النباتات الأخرى تمتلك مستقبلات حساسة تعمل على التقاط وفهم هذه الرائحة. وبالتالي تفهم الكلمة ويمكن أن ترد بنفس الطريقة، بعض هذه الروائح قد تكون سامة تجاه أنواع أخرى.

هي إشارات كيميائية، تستخدمها النباتات المتكلمة للتواصل فيما بينها، وبين الأنواع الأخرى كذلك. سواء كانت نباتات من فصائل أخري، أو حشرات، وهي بالفعل تصل إلى العديد من أنواع الحشرات.

موضوع الحديث يهدف في الأغلب إلى مقاومة العداء الخارجي لتحمي النباتات نفسها. تماماً مثل الحيوان الذي يقف ويصرخ في وجه عدوه، من أجل أن يخيفه ويهرب منه. هي أيضاً تتحدث فيما بينها لصد العدوان الخارجي من حشرات أو آفات زراعية محتملة. وهذه هي فكرة استخدام لغة النباتات المتكلمة في صنع مبيدات حشرية ومقاومة الآفات التي تضر بالزراعة، بدون أن تؤذي البيئة نفسها.

وكأن الإنسان سيدخل كطرف جديد في حديث تلك النباتات، ويساعدها.

ترسل النباتات تلك الإشارات عن طريق عملية هرمونية تتم بداخلها أولاً. فهي ترسل إلى جميع

أجزائها بعض الهرمونات.

وتقرير في المصري اليوم بعنوان: دراسة أسترالية: أحاديث جانبية تدور بين النباتات تساعدها على النمو

اكتشف باحثان من جامعة "غرب أستراليا" أن أحاديث جانبية تدور بين النباتات، وتؤثر إيجابا في نمو بذور الفلفل الحار، حتى أنها تنمو بشكل أفضل بمعزل عن أشكال التواصل الأخرى كالاتصال المباشر أو الإشارات الضوئية أو الكيميائية، وكل ما تحتاجه بعض أنواع النباتات مثل "نباتات الريحان" لتنمو هو الثرثرة مع النباتات الأخرى عبر ذبذبات "نانو كيميائية".

وكما أفاد تقرير أخير نشر في مجلة "ساينس ديلي"، فقد حاول الباحثان "مونيكا جاجليانو" و"مايكل رنتون" زراعة بذور نبات الفلفل الحار، مرة بوجود نباتات الفلفل الأخرى أو الريحان، وأخرى من دونها، وخلصت الدراسة إلى انخفاض معدلات النمو في غياب وجود النباتات المجاورة، وفي المقابل، فإنه عند إتاحة تواصل النباتات بحرية مع البذور، ينمو المزيد من الشجيرات الصغيرة.
ويعد الأمر الأكثر إثارة للدهشة، حينما تمت تغطية البذور بغطاء بلاستيكي أسود لفصلها عن نباتات الريحان، كي لا يتم التأثير عليها من قبل كل من الإشارات الكيميائية أو الضوئية، حينها تنبت البذور وكأنه لا يزال بمقدورها التواصل مع الريحان. ولقد تمت ملاحظة استجابة جزئية

لنباتات الفلفل الحار كاملة النمو، برغم منعها من التواصل مع البذور.

وعزت الباحثة "جاجليانو" قدرة النباتات على التأثير الإيجابي لنمو البذور إلى وجود آلية غير معروفة حتى الآن، ونوهت إلى وجود نباتات متجاورة معادية تلحق الضرر بعضها ببعض، مثل الشمر، التي تمنع إنبات بذور الفلفل الحار بالطريقة ذاتها.
ويعتقد الباحثان الأستراليان أن الآلية تشمل إشارات سمعية يتم توليدها باستخدام ذبذبات "نانو كيميائية" من داخل الخلية تتيح التواصل السريع بين النباتات القريبة.
ووجد الباحثون أن الأمر لا يقتصر على المواد الكيميائية بل أيضا إلى إصدار جذور النباتات الصغيرة أصواتا في مثل هذه الحالات شبيهة بالنقر، كما لوحظ أن الجذور التي وضعت بالماء تنحني باتجاه مصدر الصوت.

- كُمة الجذر "**Root tip**": ↑ هي الطرف المتنامي للجذر أو "قمته"، المعروف أيضًا بـ"غطاء الجذر".

- الأوكسين "**Auxin**": ↑ هو هرمون نباتي يحفِّز نمو الساق أو تقوسه.

- مسببات الأمراض "**Pathogens**": ↑ هي الكائنات الحية التي تُسبب الأمراض.

- المُركّبات العضوية المتطايرة "**Volatile**

VOCS" organic compounds"": ↑ هي المُركّبات الغازية التي تؤدي دور المرسال الكيميائي بين الكائنات الحية.

- الفيرومونات **"Pheromones":** ↑ هي مواد كيميائية تفرزها بعض الحيوانات تساعدها في التواصل مع الحيوانات الأخرى من نوعها.

- التردد **"Frequency":** ↑ هو عدد مرات وقوع حدث متكرر لكل وحدة زمنية. ويُقاس التردد بالهرتز الذي يساوي حدثًا واحدًا في الثانية.

- الموجات دون الصوتية **"Subsonic":** ↑ هي موجات صوتية بتردد < **20** هرتز. ولا يستطيع البشر سماع هذه الترددات.

- الموجات فوق الصوتية **"Ultrasonic":** ↑ هي موجات صوتية بتردد أكثر من **20,000** هرتز. ولا يستطيع البشر سماع هذه الترددات.

- نسيج الخشب **"Xylem":** ↑ هو شبكة من "الأنابيب" الدقيقة في النباتات تنقل الماء والمعادن من الجذور إلى باقي أجزاء النبات.

ومن الويكيبديا:

نشر فريقان من العلماء مكتشفات مدهشة تتعلق بالتواصل بين النباتات في عام **1983**، أحدثت ثورة في فهمنا لكل شيء بدءا من شجرة الصفصاف وحتى الفاصولياء البيضاء. فقد ادعى هؤلاء العلماء أن الأشجار تحذر بعضها بعضا من

هجمة وشيكة لحشرة آكلة للورق.

وقد انتشرت سريعا أخبار ما توصلوا إليه في الثقافة الشعبية، مع فكرة "الأشجار الناطقة" التي لم تُعرض على صفحات المجلات العلمية وحسب وإنما أيضا على صفحات المجلات السائدة عالميا.

وقد لاحظ "روادیس **D.**" و "أوريانز **G.**" أن يرقات الفراش كانت أقل احتمالا لأن تغزو أوراق أشجار الصفصاف، إذا كانت هذه الأشجار مجاورة لأشجار صفصاف أخرى أصيبت مسبقا باليرقات المقيمة فيها. وكانت الأشجار السليمة النامية بقرب الأشجار المصابة مقاومة ليرقات الفراش لأن كما اكتشف "روادیس" أوراق الأشجار المقاومة ولكن ليس تلك القابلة للتأثّر والمعزولة عن الأشجار المصابة، حَوَتْ مركبات الفينول والتانين الكيميائية التي جعلتها غير مستساغة للحشرات.

ولأن العلماء لم يتمكنوا من كشف أي اتصالات فيزيائية ما بين الأشجار المصابة وجاراتها السليمة، حيث لم تتشاطر جذورا مشتركة، ولم تتلامس أغصانها، فقد اقترح "روادیس" أن الأشجار المهاجَمة لا بد أن أرسلت رسالة فيرومونية منقولة جوا إلى الأشجار السليمة. وبعبارة أخرى، أرسلت الأشجار المصابة إشارةً "إنذارًا" إلى الأشجار السليمة المجاورة.

ولم تكد تمر ثلاثة أشهر حتى نشر "بالدوين **I.**" و "شلتز **J.**" بحثا واعدا أيد تقرير "روادیس".

وقاما بدراسة بادرات الحور وسكر القيقب "البالغة نحو قدم واحد طولا" النامية في أقفاص البليكسي الزجاجية المحكمة الإغلاق. وقد استعملا قفصين لتجربتهما. الأول حوى جمهرتين من الأشجار: **15** شجرة حوت ورقتين مشقوقتين بالمنتصف و **15** شجرة غير مصابة.

والقفص الثاني حوى الأشجار الشاهدة والتي كانت بالطبع غير مصابة. وبعد يومين أصبحت الأوراق المتبقية في الأشجار المصابة تحوي مستويات مرتفعة لعدد من المواد الكيميائية المعروفة بتثبيطها لنمو اليرقات. ولم تُبْدِ الأشجار في الشاهد زيادات في أي من تلك المركبات. فافترض "بالدوين" و "شلتز" أن الأوراق المصابة سواء بتمزيقها كما في اختباراتهما أو بأكل الحشرات كما في ملاحظات "رواديس" لأشجار الصفصاف قد أطلقت إشارة غازيّة مكنت الأشجار المصابة من التواصل مع الأخريات غير المصابة، مما أدى بالأخيرة إلى الدفاع عن نفسها ضد هجوم حشري وشيك.

وكثيرا ما كانت هذه التقارير الباكرة عن النبات المحذر، ترفض من قبل أفراد آخرين في الوسط العلمي على أساس أنها تفتقر إلى الشواهد الصحيحة أو أنها ذات نتائج صحيحة ولكنها مبالغ في تفسيرها. إلا أنه خلال العقد المنصرم أخذت ظاهرة تواصل النبات عبر الرائحة تُبْرَزُ مرارا وتكرارا لعدد كبير من النباتات، بما فيها الشعير **barely** وأجمة المريمية **sagebrush** وجار الماء **alder**. وفي حين أن ظاهرة النباتات

المتأثرة بجاراتها من خلال إشارات "تنبيهات كيميائية" منقولة جوا هي الآن نموذج علمي مقبول، يبقى السؤال: هل تتواصل النباتات فعلا الواحدة مع الأخرى "وبعبارة أخرى، التحذير عمدا من خطر داهم"، أم أن النباتات السليمة تَسْتَرِقُ السمع فقط لمناجاة النباتات المصابة لنفسها، والتي لم تقصد أن تُسمع؟

ولايزال "هيل .M" وفريقه
في ميكسيكو يدرسون الفاصولياء البيضاء البرية خلال السنوات العديدة المنصرمة كي يتحروا أكثر عن هذا السؤال. وقد عرف "هيل" أن العلماء كانوا قد لاحظوا أنه عندما
تؤكل فاصولياء بيضاء من قبل الخنافس، فإن هذه الفاصولياء تردُّ بطريقتين:

تُطلق الأوراق التي لا تزال تؤكل من قبل الحشرات، مزيجا من المواد الكيميائية الطيارة في الهواء، وتنتج الأزهار "على الرغم من أنها غير مهاجمة بشكل مباشر من قبل الخنافس" رحيقا يجذب المفصليات آكلة الخنافس. وفي وقت مبكر من حياته المهنية في مطلع الألفية الثالثة، كان "هيل" قد عمل في معهد ماكس پلانك لعلم كيمياء البيئة في جينا بألمانيا، في ذات المعهد حيث كان "بالدوين" ومازال مديرا فيه؛ ومثل "بالدوين"، تساءل "هيل" لماذا كانت الفاصولياء البيضاء تطلق هذه المواد الكيميائية.

وضع "هيل" وزملاؤه نباتات الفاصولياء التي كانت قد هوجمت من قبل الخنافس بجوار

نباتات كانت قد عُزِلت عن الخنافس وراقبوا الهواء حول مختلف الأوراق. واختاروا مجموعة من أربع أوراق من ثلاث نباتات مختلفة: اختاروا ورقتين من نبتة واحدة كانت قد هوجمت من قبل الخنافس، ورقة كانت قد أكِلَت وأخرى لم تؤكل؛ وورقة من نبتة مجاورة ولكنها غير مصابة؛ وورقة من نبتة كان قد تم الحفاظ عليها معزولة عن أي تماس مع الخنافس أو النباتات المصابة.

وقد حدَّدوا المواد الكيميائية الطيارة في الهواء المحيط بكل ورقة باستعمال تقنية متطورة تعرف باسم كروماتوگرافيا الطور الغازي /قياس طيف الكتلة، لقد وجد "هيل" أن الهواء المنطلق من الأوراق المصابة والسليمة في النبتة نفسها يحتوي على مواد طيارة متطابقة في الأساس، في حين أن الهواء المحيط بالورقة الشاهدة كان خاليا من هذه الغازات. إضافة إلى ذلك، فإن الهواء المحيط بالأوراق السليمة من الفاصولياء البيضاء المجاورة للنباتات المصابة بالخنافس يحتوي أيضا على المواد الكيميائية الطيارة، كما هي الحال في النباتات المصابة المرصودة. وكانت النباتات السليمة كذلك أقل احتمالا لأن تؤكل من قبل الخنافس.

ولكن "هيل" لم يكن مقتنعا بأن النباتات المعطوبة تُكَلِّم النباتات الأخرى لتحذرها من هجوم وشيك. فاقترح أو رجّح أنه لا بد أن يمارس النبات المجاور نوعا من التنصت الشمِّي على إشارة داخلية مُوجَّهة في الواقع إلى الأوراق

الأخرى في النبات نفسه.

وقد عدّل "هيل" نظامه التجريبي بطريقة بسيطة - ولو أنها مبتكرة - ليختبر فرضيته. فأبقى النبتتين بجوار بعضهما، ولكنه وضع الأوراق المهاجمة في أكياس بلاستيكية لمدة **24** ساعة. وعندما تَفَحَّص الأنماط الأربعة نفسها من الأوراق كما في التجربة الأولى كانت النتائج مختلفة. ففي حين استمرت الورقة المُهاجَمة بإطلاق المادة الكيميائية نفسها، كما فعلت من قبل، فإن الأوراق الأخرى في الكرمة نفسها والكرمات المجاورة حاكت الآن النبات الشاهد؛ وكان الهواء المحيط بالأوراق خاليا.

فتح "هيل" وفريقه الكيسَ حول الورقة المهاجَمة، وبمساعدة مروحة صغيرة تستعمل عادة في الشيبات الميكروية لتساعد على تبريد الحواسيب، فقد وجهوا الهواء في أحد اتجاهين:

إما باتجاه الأوراق المجاورة لأبعد ما يصل إليه أو بعيدا عن الكرمة وإلى الخلاء. وقد تفحّصوا الغازات الخارجة من الأوراق أعلى مستوى الساق وقاسوا كم من الرحيق أنتج. وبدأت الأوراق الواقعة في مهب الهواء القادم من الورقة المُهاجمة بإطلاق الغازات نفسها، وأنتجت أيضا رحيقا. في حين أن الأوراق التي لم تكن معرّضة للهواء من الورقة المهاجَمة بقيت على حالها.

وكانت النتائج ذات أهمية بالغة لأنها كشفت أن الغازات المنطلقة من الورقة المهاجَمة ضرورية للنبتة نفسها حتى تحمي أوراقها الأخرى من

هجمات مستقبلية. وبعبارة أخرى، عندما تُهاجَم ورقة من قبل حشرة أو جراثيم، فإنها تُطلق روائح تُحذِّر أخواتها من الأوراق لتدافع عن نفسها من هجوم وشيك. وهي بذلك تشبه حرس الأبراج في سور الصين العظيم الذي يشعل النيران ليحذر من اعتداء قريب.

الفصل الثالث إشارات النباتات الكهربائية

النبضات الكهربائية

تشبه الإشارات الكهربائية لدى النباتات الإشارات العصبية لدى الحيوانات. عندما يتم قطع ورقة أو لمس نبات مثل "الميموزا"، تنتقل إشارات كهربائية إلى أجزاء أخرى من النبات، مما يؤدي إلى استجابة دفاعية أو حركية.

تمتلك النباتات طرقًا متنوعة لتوصيل الإشارات الكهربائية. تتضمن طرق الانتشار الأربعة المعروفة بجهود الفعل، وجهود التباين، والجهود الكهربائية المحلية، والجهود الجهازية.

وقد إكتشف باحثون أن النباتات، رغم عدم احتوائها على جهاز عصبي، إلا أنها قادرة على إصدار الإشارات الكهربائية. واستطاع العلماء رصد هذه الإشارات.

ويفتح هذا الاكتشاف الذي نشرته مجلة "ساينس أدفانسيس" الباب أمام تطوير تقنيات تساعد النباتات على مقاومة الإجهاد.

وفي خبر عن الاقتصادية بعنوان:

صعق جذور النباتات بالكهرباء يعزز عملية النمو

تمتلك النباتات إشارات كهربائية، مثل الكائنات الحية الأخرى، ورغم أننا لا نستطيع رؤيتها أو الشعور بها عادة، إلا أن نبضات النشاط الكهربائي هذه تتدفق عبر أنسجة النباتات، ما يؤدي إلى حركات مفاجئة أو تحذير من حدوث مشكلة لدى النبات.
واستخدم باحثون النقاط الكهربائية التي تمتلكها هذه النباتات لتعزيز عملية النمو، ووجد العلماء أن صعق شتلات الشعير بالكهرباء يساعد على نمو البراعم الجديدة بشكل أسرع.
ورغم أن البحث قد يبدو أنه ينم عن بعض "المرح" بالنسبة للبعض، إلا أنه قد يكون في الواقع نعمة حقيقية لتعزيز الإمدادات الغذائية العالمية، في وقت يتزايد فيه القلق على الأمن الغذائي، وسط الصراعات وتغير المناخ.

بحسب المقال المنشور في مجلة "ساينس أليرت" العلمية. ووفقا لمنظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة، واجه ما بين **691** و**783** مليون شخص الجوع في عام **2022**، وهو ما يمثل زيادة قدرها **122** مليون شخص مقارنة بعام **2019**.
وأجرى الباحثون تجارب على الكهرباء من قبل لمحاولة تعزيز إنتاجية المحاصيل، حيث قاموا بإخضاع شتلات الشعير والبازلاء ونبات الأرابيدوبسيس ثاليانا، وهو نبات من عائلة الخردل، لمجالات كهربائية عالية.

ولتقليل استهلاك الطاقة، قام الفريق السويدي

الذي أجرى الدراسة الجديدة بتطوير نظام زراعة مائية منخفض الطاقة، يطبق جهدا صغيرا لكنه ثابت على شتلات الشعير لمدة خمسة أيام، بحسب الدراسة المنشورة في مجلة **PNAS**.

وتعمل أنظمة الزراعة المائية على استبدال التربة بالمياه، وتستخدم سمادا أقل من طرق الزراعة الأخرى، لأنه يمكن إعادة تدوير العناصر الغذائية والمياه من خلال النظام.

في حين أن الزراعة المائية لديها كثير من المزايا، إلا أنها مجرد حل واحد ممكن لتحسين الأمن الغذائي، الذي يصادف أنه مناسب خاصة "للمناطق ذات الأراضي الصالحة للزراعة التي تعاني ظروفا بيئية قاسية"، كما تقول إليني ستافرينيدو الباحثة في مجال الإلكترونيات الحيوية ومؤلفة الدراسة، من جامعة لينشوبينج.

قامت ستافرينيدو وزملاؤها بوضع شتلات شعير عمرها خمسة أيام على سقالات مصنوعة خصيصا، ثم استخدموا جهدا كهربائيا منخفضا لمدة خمسة أيام، ثم منحت فترة نمو لمدة خمسة أيام أخرى قبل الحصاد.

على الرغم من أن الخلايا النباتية ليست عصبونات، فيمكن تنبيهها كهربائيًا، ويمكن أن تُظهر استجابات كهربائية سريعة للمنبهات البيئية على شكل جهود فعل. تسمح جهود الفعل

بتحرك أيونات الإشارة وجزيئاتها من الخلية ما قبل الجهد إلى خلية أو خلايا ما بعد الجهد.
تتكون هذه الإشارات الكهربائية الفيزيولوجية نتيجة تدرج تدفق أيونات مثل H^{+} ، وK^{+} ، وCl^{+} ، وNa^{+} ، و**2Ca+**، ولكن يُعتقد أيضًا أن بعض الأيونات المشحونة الأخرى مثل Fe^{3+} ، وAl^{3+} ، وMg^{2+} ، وZn^{2+} ، وMn^{2+} ، وHg^{2+} ، قد تلعب دورًا في المخرجات النهائية لمسار الإشارة.

تعد المحافظة على التدرج الكهروكيميائي لكل أيون أمرًا ضروريًا لحياة الخلية، لأنها ستموت إذا وصلت إلى توازن كهروكيميائي
مع البيئة المحيطة بها، وقد يحدث ذلك نتيجة للعديد من الأسباب مثل انغلاق القنوات الأيونية أو انثقاب غشاء الخلية.

ترتبط تلك الأيونات الفيزيولوجية الكهربائية مع مستقبلات على الخلية المستقبلة ما يتسبب بحدوث تأثيرات نهائية نتيجة وجود مركب واحد أو مجموعة من المركبات. وُجد أن طرق نقل المعلومات وتفعيل الاستجابات الفيزيولوجية عن طريق نظام إشارة جزيئي يكون أسرع وأكثر تواترًا بوجود جهود فعل.

يمكن أن تؤثر تلك الجهود على عمليات مثل التدفق السيتوبلازمي المعتمد على الأكتين، وحركات العضو النباتي، والتركيب الضوئي، والإزهار. يمكن أن تسبب هذه الاستجابات الكهربائية تركيب العديد من المركبات العضوية،

بما فيها تلك التي تعمل دور مركبات فعالة عصبيًا في الكائنات الأخرى.

يؤثر تدفق الأيونات عبر الخلايا أيضًا على حركة الجزيئات الأخرى والمواد المنحلة. يغير ذلك من التدرج الحلولي "الأسموزي" في الخلية، ما يؤدي حدوث تغيرات في ضغط امتلاء الخلايا عن طريق تدفق الماء والمواد المنحلة عبر أغشية الخلايا. هذه التغيرات ضرورية لامتصاص المغذيات والنمو وأنواع عديدة من الحركات "حركات الانتحاء وحركات الاستجابة غير المعتمدة على اتجاه المؤثر"، وغيرها من التغيرات الأساسية في فيزيولوجيا النبات وسلوكه.

وهكذا تحقق النباتات الاستجابات السلوكية في السياقات البيئية والتواصلية والإيكولوجية.

* * ويكيبديا عن جوزيف دالتون هوكر. توماس هنري هكسلي. غريغور يوهان مندل

وفي خبر عن **CNN** العربية بعنوان : باحثون في سنغافورة يطورون أداة يمكنها "التواصل" مع النباتات

توصل باحثون من جامعة "نانيانغ التكنولوجية" في سنغافورة إلى ابتكار أداة يمكنها توصيل الإشارات الكهربائية من وإلى النباتات.

وباستخدام نوع من الهيدروجيل يسمى "**thermogel**"، والذي يتحول تدريجياً من سائل إلى هلام قابل للمط في درجة حرارة الغرفة،

من الممكن ربط جهاز "الاتصال" الخاص بالنبات بمجموعة أكبر من النباتات ذات تركيبات سطحية مختلفة، وتحقيق أعلى جودة للكشف عن الإشارات الكهربائية، على الرغم من تحرك النباتات ونموها استجابةً للبيئة.

وتحدث تشين شياودونغ، قائد الدراسة وأستاذ ورئيس قسم علوم وهندسة المواد بجامعة "نانيانغ التكنولوجية" في سنغافورة، إلى موقع **CNN** بالعربية عن كيفية عمل الأداة واستجابة النبات لها.

ويشرح شياودونغ أن الأداة عبارة عن مادة حرارية موصلة يمكنها نقل الإشارات الكهربائية من النباتات إلى الأجهزة الإلكترونية.

وعند استخدامها، تتحلل المادة الحرارية المخزنة في درجة حرارة منخفضة على سطح ورقة النبات في شكل سائل، ويمكنها الالتفاف حول الهياكل غير المنتظمة لسطح النبات، ومع ارتفاع درجة الحرارة إلى درجة حرارة الغرفة، يتحول الجل السائل إلى هلام صلب، ثم يتم توصيل الهلام الصلب بقطعة صغيرة من القطب المعدني بسلك موصل رفيع، ويتم توصيل السلك بأجهزة إلكترونية خارجية لتسجيل الإشارات.

ومن أجل معرفة كيفية قياس الإشارات
الكهربائية المنبعثة من النباتات،
استمد الباحثون الإلهام من مخطط كهرباء القلب،
الذي يستخدم للكشف عن تشوهات القلب عن
طريق قياس النشاط الكهربائي الناتج عن العضو.

ويوضح شياودونغ أن الإشارات الكهربائية
المتولدة في النباتات تأتي أيضاً من أنسجة معينة
داخل النباتات، وتؤدي هذه الإشارات إلى حدوث
تغير محتمل على سطح النبات، ومن خلال
تطبيق الأداة على سطح النبات، يمكن التقاط هذا
التغيير المحتمل بواسطة مادة **"thermogel"**،
ليتم نقل الإشارة إلى جهاز خارجي.

واستخدم الباحثون في الدراسة الحالية نبتة
مصيدة فينوس **"Venus flytrap"**، وهي
نبتة تستجيب بشكل متكرر للإشارات الكهربائية،
بحسب ما ذكره شياودونغ.

ويشير شياودونغ إلى أن الأداة حققت عرضاً
جيداً لإظهار الاتصال الكهربائي مع النباتات،
إذ أظهرت أنه يمكن التحكم في نبتة
مصيدة فينوس عند الطلب باستخدام هاتف
ذكي، وقد نجحت في جعل النبتة تغلق أوراقها
عندما تنبض بتردد معين عبر القطب.

ويرى شياودونغ أن هذه الأداة قد
تساعد المزارعين على فهم محاصيلهم بشكل
أفضل أو اكتشاف أمراض النبات مسبقاً، كما
أنه من خلال ربط أجهزة الاستشعار المطابقة
بدوائر لاسلكية مصغرة، يمكن توصيل النباتات

بالإنترنت وتحقيق ما يُسمى بـ"إنترنت النباتات".



وعن صفحة الشرق الأوسط تحت عنوان:

"الإشارات الكهربائية"... آلية النبات لمواجهة الهجمات الضارة تستخدمها على طريقة الحيوانات والبشر

تتعرض النباتات باستمرار لتأثيرات وهجمات بيئية ضارة. ووصف فريق دولي بقيادة باحثين من جامعة دوسلدورف الألمانية، جزءاً مركزياً من آلية الإشارة التي تستخدمها النباتات للاستجابة للتهديدات، وبالتالي بدء استجابة دفاعية في الأجزاء غير المتضررة من النبات.
ويصف الباحثون في العدد الأخير من دورية "ساينس أدفانسيس" **8** سبتمبر "أيلول" الماضي، الدور الذي يلعبه البروتين "**MSL10**" في هذه الاستجابة الدفاعية.
وتشكل الظروف المناخية المتغيرة، وتناوب الجفاف والمطر، والآفات مثل الحشرات الآكلة للنباتات، تحديات للنباتات على أساس يومي، وتشير التقديرات إلى أن ما بين **5** و**20** في

المائة من المحاصيل العالمية تُفقد بسبب أضرار الحشرات وحدها كل عام،

بينما تشير الدراسات إلى أن من المرجح أن يزداد هذا الاتجاه نتيجة للاحترار العالمي؛ وهذا يجعل من المهم معرفة كيفية استجابة النباتات للتهديدات المختلفة.
اكتشف اتحاد من الباحثين من ألمانيا وسويسرا والولايات المتحدة، مكوناً مركزياً تستخدمه النباتات **"**لإخطار**"** الأوراق غير المجروحة عند مهاجمتها، ويمكن أن تبدأ هذه الأوراق بعد ذلك في إنتاج مواد دفاعية لحماية الأنسجة المجاورة من الآفات.
وركز فريق البحث على نظام الأوعية للنبات، والذي ينقل الماء والمغذيات من الجذور إلى براعم النبات، كانت إحدى الأفكار التي أرادوا فحصها هي الافتراض القديم بأن نظام الأوعية هذا يساهم أيضاً في تشتت الإشارات الهيدروليكية والكيميائية والكهربائية، وأن الإشارات الهيدروليكية تقترن بالإشارات الكهربائية. ويؤدي التدفق المستمر للماء في أجزاء من أنسجة الأوعية إلى حدوث فراغ، وعند إصابة نبات، ينقطع تدفق المياه هذا فجأة؛ ما يؤدي إلى تغيرات في الضغط. وحدد الباحثون الآن قناة أيونية حساسة للميكانيكية تسمى البروتين **"MSL10"**، والتي تسجل امتداد غشاء الخلية والتغيرات المقابلة في الضغط، وعندما يتزامن هذا التغيير في الضغط مع ارتفاع في مادة الغلوتامات - وهي مادة يتم تحريرها عند

إصابة النبات - يتلقى النبات تحذيراً سريعاً بأنه يتعرض للهجوم، ومع ذلك، فإن ارتفاع مستويات الغلوتامات المحيطة يمكن أن يشير أيضاً إلى تقلبات أيضية أخرى، وبالتالي، فإن تغيير الضغط يكون مهماً عندما يحدث جنباً إلى جنب مع زيادة مستويات الغلوتامات.

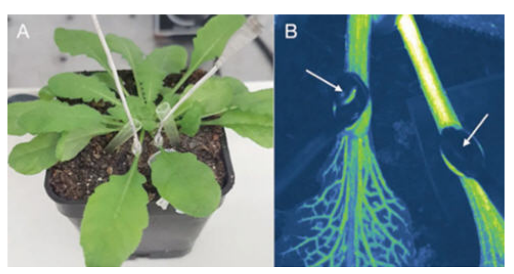
واستخدم الباحثون أقطاباً سطحية موضوعة على الأوراق المصابة وغير المجروحة من أجل قياس هذه الإشارة الكهربائية في شكل منحنيات جهد مميزة، وتضمنت إحدى التجارب الرئيسية منع تكوين بروتين **MSL10**.

ومن دون البروتين **MSL10**، يتم تقصير الإشارة الكهربائية التي يسببها حدوث أي جرح بالنبات، وتتشتت جزيئات الإشارة مثل أيونات الكالسيوم بشكل أقل فاعلية. والنباتات التي لا تحتوي على هذا البروتين تنتج أيضاً عدداً أقل من جزيئات الدفاع لمكافحة الأعداء الطبيعيين.

ويوضح الباحثان توماس كلايست ومايكل وديك من جامعة دوسلدورف الألمانية، واللذان لعبا دوراً رئيسياً بالمشروع في تقرير نشره الموقع الإلكتروني للجامعة بالتزامن مع نشر الدراسة "نجح فريقنا الدولي في إثبات لأول مرة أن القناة الأيونية التي يتم تنشيطها بحساسية ميكانيكية بالتمدد ضرورية للإشارات التي يسببها

الجرح في النباتات". وطور الفريق أيضاً نموذجاً يوضح كيفية تفاعل البروتين **MSL10** مع البروتينات الأخرى التي تساهم أيضاً في إرسال الإشارات.

يقول وولف فرومر من معهد علم وظائف الأعضاء الجزيئي بجامعة دوسلدورف، والباحث المشارك بالدراسة، عن الجوانب بعيدة المدى لنتائجها "إنه لأمر مدهش أن نرى أن النباتات تستخدم الإشارات الكهربائية بالطريقة نفسها مثل الحيوانات والبشر". ويضيف "إذا فهمنا بشكل أفضل إشارات الجروح والعمليات والمكونات المتضمنة، فقد نتمكن من مساعدة النباتات على التعرف على التهديدات بشكل أسرع والدفاع عن نفسها ضدها، وهذا بدوره يمكن أن يساعد في منع فقدان المحاصيل بسبب غزو الآفات وتلف الحشرات".



الأقطاب الكهربائية في أوراق النبات تسمح بقياس الإشارات الكهربائية "الفريق البحثي"

و مؤخرًا، اكتشف العلماء مدى جودة اتصال

النباتات ومدى كفاءتها في إرسال الرسائل إلى أقرانها عبر جذورها، والإشارات الكهربائية، وشبكة من الفطريات تحت الأرض وميكروبات التربة.

على سبيل المثال، تعد الفيزيولوجيا الكهربائية تخصصًا علميًا جديدًا نسبيًا يدرس كيفية توصيل الإشارات الكهربائية داخل النباتات وفيما بينها وتفسيرها. مع التقدم الكبير في التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي، شهدنا نموًا متسارعًا كبيرًا في هذا المجال من البحث في السنوات القليلة الماضية.

قد يكون العلماء على وشك التوصل إلى اكتشافات مذهلة، مع التطورات الأخيرة التي تدمج الاتصالات بالإشارات الكهربائية داخل النباتات وبينها في البيوت الزجاجية الحديثة لمراقبة ومراقبة ري المحاصيل أو الكشف عن نقص التغذية.

يحقق العلماء هذا من خلال إدخال مجسات كهربائية صغيرة، تشبه إبر الوخز، لاختبار كيفية ارتباط التغيرات في الإشارات الكهربائية بأداء النبات مثل نقل المياه والمغذيات وتحويل الضوء إلى سكريات مهمة.

حتى أن الباحثين أثروا على سلوك النبات من خلال إرسال إشارات كهربائية من الهواتف المحمولة، ما جعلها تؤدي استجابات أساسية مثل فتح أو إغلاق الأوراق في فخ فينوس.

قد نتمكن قريبًا من ترجمة لغة محاصيلنا بالكامل

يحدث قدر كبير من التواصل بين النباتات تحت الأرض، وتيسره شبكات فطرية كبيرة تُعرف باسم "شبكة الغابات". تربط هذه الشبكة من الفطريات الأشجار والنباتات تحت الأرض، ما يسمح لها بمشاركة الموارد مثل الماء والمغذيات والمعلومات. ومن خلال هذا النظام، يمكن للأشجار الأكبر سنًا مساعدة الأشجار الأصغر سنًا على النمو، ويمكن للأشجار تحذير بعضها البعض من المخاطر مثل الآفات.

إنه مثل شبكة الإنترنت تحت الأرض للأشجار والنباتات، ما يساعدها على دعم بعضها البعض والتواصل مع بعضها البعض. الشبكة واسعة النطاق، ويُعتقد أن أكثر من **80**٪ من النباتات متصلة، ما يجعلها واحدة من أقدم أنظمة الاتصال في العالم.

تمامًا كما يسهل علينا الإنترنت الاتصال ومشاركة الأفكار والمعرفة والمعلومات التي يمكن أن تؤثر على عملية صنع القرار، فإن "شبكة الغابات" تسمح للنباتات باستخدام الفطريات التكافلية للاستعداد للتغيرات البيئية.

ومع ذلك، فإن إزعاج التربة من خلال المواد الكيميائية أو إزالة الغابات أو تغير المناخ يمكن أن يعطل عقد الاتصال من خلال التأثير على دورات المياه والمغذيات في هذه الشبكات، ما يجعل النباتات أقل اطلاعًا وترابطًا. لم يتم إجراء الكثير من الأبحاث حتى الآن حول تأثيرات

تعطيل هذه الشبكات.

ولكننا نعلم أن سلوكيات النباتات الاستجابية، مثل استجابات الدفاع وتنظيم الجينات، يمكن أن تتغير من خلال شبكتها الفطرية إذا كانت متصلة بها.

لذا فإن هذا الانفصال في التواصل قد يجعلها أكثر عرضة للخطر، ما يجعل من الصعب حماية واستعادة النظم البيئية في جميع أنحاء العالم. لا يزال هناك الكثير مما يتعين على العلماء تعلمه حول هذه الشبكات المعقدة للغاية.

سيفن باتك، رئيس مشارك للأبحاث وتبادل المعرفة - محاضر في علم النبات، جامعة إيدج هيل

مصدر المقال **The Conversation**

في دراسة نُشرت في سبتمبر **2018** في مجلة ساينس **Science** ,

قام فريق من الباحثين بوضع حفنة من اليرقات بين بعض النباتات المعدلة بشكل خاص للدراسة , ثم قاموا بتصوير ما حدث لرؤية ما يحدث بداخل النبات عند مهاجمة اليرقات لأجزاءه ما الذي حدث حقاً ؟ ... دعونا نشرح :

لقد عرف العلماء منذ فترة طويلة أن النباتات لديها أنظمة إشارات خاصة تساعدها على دق

ناقوس الخطر عند وقوع هجمات الآفات , وقد وجدت دراسة أُجريت عام **2014** على سبيل المثال , أن " نبات رشاد أذن الفأر **Arabidopsis thaliana** من جنس نبات زيت الخردل " , يقوم بضخ زيت خردل إضافي في أوراقه , وتلك النسبة الزائدة من زيت الخردل تكون سامة بالنسبة لحشرات مثل البق التي تتغذى على النبات , كما علم العلماء أنه إذا تم جرح ورقة واحدة من النبات , فإن شحنة كهربائية تنتشر عبر النبات ظاهرياً لمساعدة النبات للدفاع عن نفسه , لكن العلماء لم يعرفوا وقتها ما المسئول عن إطلاق تلك الشحنة الكهربائية .

بعد تلك الدراسة الحديثة خلص الباحثون إلى إعتبار أن الكالسيوم هو المسئول عن سريان تلك الشحنة الكهربائية في النبات , فالكالسيوم في أجسامنا لا يقوم فقط ببناء العظام والأسنان بشكل صحي , ولكنه أيضاً سائل إلكتروليتي بمعنى أنه سائل يحتوي على أيونات حرة تُشكل وسطاً ناقلاً للكهرباء , لذا فهو يحمل الشحنات الكهربائية عندما يذوب في الدم , ويمكننا العثور على الكالسيوم في معظم الخلايا البيولوجية بما في ذلك خلايا النباتات .

حيث وجد العلماء في دراسة أجريت على نفس جنس نبات زيت الخردل أن النبات ينتج بروتيناً يضيء فقط في وجود الكالسيوم الذي ترتفع مستوياته في النبات عند التعرض لهجوم ما , حيث أمكن للباحثين رؤية المسارات المتوهجة

بوضوح والتي تنتقل من الأوراق المجروحة التي هاجمتها عضات اليرقات إلى الأوراق الأخرى , والتي انتقلت بمسافة **1** ملليمتر في الثانية , وعلى الرغم من أن هذا المعدل بطيء بالنسبة للحيوان ولكنه يُعتبر معدل سرعة عالية بالنسبة للنباتات , حيث استغرق الأمر بضع دقائق فقط حتى تنتشر الإشارة إلى بقية أوراق النبات .

وعن الاقتصادية تحت عنوان:

اكتشاف "مخ" للنبات

في بيئتنا الصحراوية القاسية التي تشتد فيها الحرارة و يقل فيها النبات تتوق أنفسنا إلى الخضرة، فنعمد إلى ملء بيوتنا من الداخل والخارج بالأشجار وأنواع الورود ونباتات الزينة، في صغرنا كنا نتابع بشغف برنامج الدكتور مصطفى محمود "العلم والإيمان" الذي يكشف فيه حقائق علمية بالصوت والصورة، تفسر لنا الكثير من الأشياء التي تدور حولنا، وما زلت أذكر كلامه عن أن النباتات تنمو بشكل أفضل لدى الأشخاص الذين يحبونها ويعتنون بها كما تذبل النبتة حينما يبتعد عنها أصحابها لظروف معينة، يقول علماء من جامعة "راد بود" : لا تقف النباتات في مكانها عاجزة تنتظر من يقطعها أو يأكلها، فهي لا تملك عضلات ولا أرجل لتتمكن من الهرب، بل يدور بينها حوار للتحذير من خطر قادم، فحينما تهاجم حشرة ما النبتة تقوم بإفراز مواد طاردة أو قاتلة للدفاع عن نفسها، كما أثبت ذلك العالم النباتي "ستوفير" وزملاؤه أثناء تجاربهم على نبات النفل، من جانب آخر فإن هذه الاتصالات بين النباتات لها جانب سلبي، حيث تساهم في انتشار الأمراض الفيروسية بينها بنفس الطريقة .

وحتى وقت قريب كانت الفكرة السائدة أن النباتات غبية، وتصنف ككائنات أولية بين الجماد والحيوان، ولكن مع توالي الاكتشافات بدأ هذا

الاعتقاد يتلاشى ، حيث تمكن مجموعة من الباحثين من جامعتي بون وفلورنسا، من اكتشاف ما يمكن وصفه بالـ"مخ النباتي" في تركيبة جذر نبات الذرة، من خلال اكتشاف أنشطة كهربائية في جذور النبات،كما وجدوا أن التركيبة البيولوجية للخلايا شبيهة بتركيبة المخ الحيواني، و يظهر الرسم البياني جذور النبات وكأنها دوائر كهربائية، وقد تمكن العالم " فيلا" من قياس هذه الإشارات الكهربائية التي ترسلها النباتات، من ورقة إلى ورقة، وتوصل إلى أن رد الفعل "السريع" لدى النباتات أقل بكثير منه في الحيوان ولا يقارن بردود الفعل الحيوانية. ففي ثانية واحدة، لا يمكن للنبات نقل المعلومات بأكثر من سنتيمتر واحد، أي أنها أبطأ بنحو عشرة آلاف مرة من رد الفعل الحيواني. وبالتالي فما توصل له العلماء حتى الآن يعني أن النبات ليس كائناً غبياً، لكنه ببساطة يحيا في مقياس زمني مختلف تماماً.

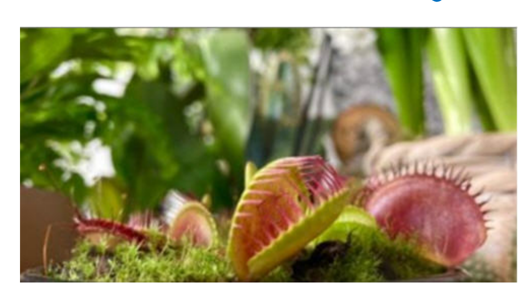
وفي جلوريا وجد العلماء أدلة تفسر إنتاج النبات لمادة الجلوتاميت "ناقل عصبي لدى الإنسان والحيوان" وهو وجود إشارات تشبه الإشارات العصبية لدى الإنسان تقوم بحث الخلايا قبل الانقسام.

وأخيرا تمكن العلماء من ابتكار أجهزة اتصالات توضع داخل تربة النباتات المنزلية ترسل رسائل لصاحب المنزل عبر الجوال أو الإنترنت، تستطيع من خلاله النبتة إخبار صاحبها عن احتياجها للماء أو تخبره أن الماء زائد عن حاجتها ويدعى هذا الجهاز "**Botanical call**" ويباع ب **99**

دولارا في الأسواق العالمية .

وعن اليوم السابع تحت عنوان :

علماء ألمان يكتشفون قدرات مذهلة فى النباتات المفترسة..



أعلن علماء ألمان، في بحث جديد، عن اكتشافهم لقدرة فريدة يتمتع بها النبات المفترس "صائد الذباب"، والتى يملكها البشر والحيوانات أيضا، وتشير الدراسات القديمة إلى أن النباتات تستخدم الإشارات الكهربائية كنوع من أنواع "الجهاز العصبي" الذي يسير في عروق النبات.

العلماء وسعوا أبحاثهم بهدف دراسة الإشارات الكهربائية، على صائدة الذباب فينوس "**Dionaea muscipula**" حيث تتمتع هذه المفترسة الصغيرة بقدرات مذهلة، منها قدرتها على التنبه لعدد من الظروف الخارجية في الوسط المحيط، وفقا لما نقلته وكالة سبوتنيك الروسية.

وبدأ العلماء منذ عام **2011**، بدراسة هذه النباتات، لكنهم اكتشفوا مؤخرا شيئًا جديدا

مذهلًا حول هذا الكائن، فهي تولد مجالات مغناطيسية قابلة للقياس عندما تنغلق أوراقها، وتقدم النتائج الأخيرة الكثير عن كيفية استخدام الحياة النباتية لإشارات المجال المغناطيسي للتواصل وكمؤشر على المرض وهو شيء معروف فى البشر والحيوانات الأخرى.

ومن جهتها، قالت آن فابريكانت عالمة الفيزياء من جامعة "يوهانس جوتنبرج" في ماينز "JGU" في ألمانيا،: "لقد تمكنا من إثبات أن النظام النباتي المتعدد الخلايا ينتج مجالات مغناطيسية قابلة للقياس، وهو أمر لم يتم تأكيده من قبل".

استخدم الباحثون التحفيز الحراري لتحفيز النشاط الكهربائي لدى النبات، ومقياس حديث لقياس الاضطرابات المغناطيسية، وبحسب الدراسة، ارتفعت الإشارات المغناطيسية التي تم قياسها إلى نحو **0.5** بيكوتيسلا، وهو ما يمكن مقارنته بالنبضات العصبية التي تطلق لدى البشر وهي أضعف بملايين المرات من المجال المغناطيسي للأرض، هو عبارة عن تموج صغير، لكن يمكن اكتشافه.

وقالت العالمة فابريكانت: "يمكنك القول، إن التحقيق يشبه إلى حد ما إجراء فحص بالرنين المغناطيسي على البشر"، وأضافت: "المشكلة هي أن الإشارات المغناطيسية في النباتات ضعيفة للغاية، وهو ما يفسر سبب صعوبة قياسها بمساعدة التقنيات القديمة".

وفي صفحة آفاق البيئة والتنمية تحت عنوان:

الأمطار تنقل إشارات كهربائية بين "عيش الغراب"

مِثْل حال شبكة الاتصالات التي تُسهل التواصل بين البشر عبر الهواتف، فإن علماء يابانيين عثروا على دليل عملي يتصل بوجود "شبكات فطرية" تنشط خصوصاً بعد الأمطار، لنقل الإشارات الكهربائية بين فطر "عيش الغرابـ".

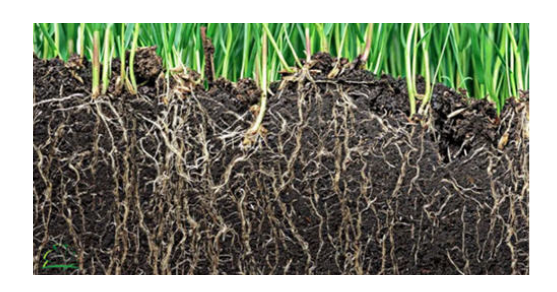
ووصفها الباحثون في الدراسة المنشورة في العدد الأخير من دورية "علم البيئة الفطرية"، بأنها "أحاديث كهربائية". وكانت هناك نظريات تتحدث عن وجود هذه "الشبكات الفطرية"، لكن الأدلة العلمية التي استندت إليها تلك النظريات، كانت قليلة، علاوة على ذلك، اقتصرت الكثير من الدراسات على المختبر، وفشلت في إعادة إنشاء ما يحدث في الحياة البرية.
ولحل هذه المشكلة، توجّه باحثون من جامعة توهوكو اليابانية إلى أرض الغابة لفحص "عيش الغراب" الخارجي الصغير ذي اللون البني الداكن والمعروف باسم "لاكاريا باي كلر **Laccaria bicolor**" بربط أقطاب كهربائية بستة من الفطر في عنقود. واكتشف الباحثون أن "الإشارات الكهربائية زادت بعد هطول الأمطار". وقال يو فوكاساوا من جامعة توهوكو، الذي يقود المشروع جنباً إلى جنب مع تاكايوكي تاكيهي، ودايسوكي أكاي من المعهد الوطني للتكنولوجيا،

إن "الحديث بواسطة الإشارات الكهربائية زاد بعد هطول الأمطار، وأحياناً تجاوزت قوته **100** ملي فولت".

وكشف تحليل السببية أن الجهد الكهربائي بعد المطر أظهر انتقال الإشارة بين الفطر، وكان هذا النقل قوياً بخاصة بين عيش الغراب القريب مكانياً، كما يوضح فوكاساوا في تقرير نشره الموقع الرسمي للجامعة.
وتلعب هذه الفطريات دوراً مهماً في التغذية البيئية لأشجار الغابات، حيث توجد بشكل شائع في أشجار الصنوبر والبلوط والبتولا، وتشكل غمداً حول الجزء الخارجي من جذور الأشجار، ويتطور جسمها الفطري إلى شبكات واسعة تحت الأرض تمتص العناصر الغذائية الحيوية من التربة، وتنقلها إلى الأشجار.
وكانت النظريات السابقة غير المدعومة بأدلة قوية، تفترض أن الإشارات الكهربائية المستخدمة في التواصل بين الفطريات تفيد في تنسيق النمو، كما يمكن استخدامها للمساعدة في نقل العناصر الغذائية إلى النباتات والأشجار.
ويقول فوكاساوا لـ"الشرق الأوسط": "أصبح لدينا الآن دليل عملي على وجود هذه الشبكة الفطرية، لكن سيركز عملنا المستقبلي على اكتشاف المعلومات التي تحتويها إشارة التواصل الكهربائية، وما إذا كانت تساعد على تغيير وظائف الفطر، وتلعب دوراً في تحفيز إنتاجه".

المصدر: الشرق الأوسط

الفصل الرابع التواصل الجذري



الشبكات الفطرية

تستخدم النباتات شبكة الفطريات التي تربط جذورها تحت الأرض، والمعروفة بـ"شبكة الإنترنت الطبيعية"، لتبادل المغذيات والمعلومات.

المساعدة المتبادلة

عندما تكون إحدى النباتات في حالة ضعف، يمكن للنباتات الأخرى إرسال موارد عبر هذه الشبكة لتعزيز بقائها.

وفي خبر في ال **BBC News** عربي بعنوان:

هل تعتقد أن النباتات تتحدث إلينا وتتواصل فيما بينها؟

بينما يعتقد العديد من البستانيين أن التحدث إلى النباتات يشجعها على النمو، هناك حرب كلامية في المجال العلمي بشأن ما إذا كانت

النباتات تستمع أو حتى تتحدث.

كان يبدو أن النباتات في حديقة لورا بيلوف تصدر صوتا، لذا وضعت ميكروفون اتصال عند جذور النباتات لكي تسمع جيدا صوت النقرات الخافتة التي تحدث في التربة. وبمساعدة برنامج أعدته على جهاز الكمبيوتر الخاص بها، نجحت لورا في تقليل وتيرة النقرات، بالشكل الذي جعلها مسموعة للبشر.

وبينما كانت لورا تعمل في مكتبها، سمعت صوت زقزقة أو ذبذبة من الجهاز الذي وضعته على النبات، وكأنه يتحدث بسعادة. تقول لورا، وهي فنانة وأستاذة مشاركة في جامعة آلتو في فنلندا: "كان هذا أغرب شيء سمعته على الإطلاق".

وعندما جاء زائر إلى غرفتها، توقف صوت الطقطقة الذي كان يحدثه النبات. وعندما غادر الزائر، استؤنف النقر من جديد. وفي وقت لاحق، وصل المزيد من الأشخاص وتوقف النقر مرة أخرى، ثم استؤنف عندما رحل هؤلاء الأشخاص. تقول لورا: "ما زلت لا أعرف ما الذي يحدث".

لقد كان الأمر يبدو وكأن النبات يريد أن يتحدث بصفة خاصة مع لورا.

واستمرت محاولات لورا لاكتشاف النقرات الصادرة عن النباتات أكثر من عامين، ولم تكن هذه المحاولات مستمرة لكنها كانت على فترات متقطعة. ولا تزال لورا غير متأكدة مما كان

يحدث.

لقد كانت الأجهزة التي تستخدمها غير متطورة ومنخفضة التكلفة، إذ كانت تستخدم ميكروفونًا بسيطًا تعترف هي نفسها بأنه كان من الممكن أن يلتقط أصوات الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة أو أي مصادر أخرى، وليس بالضرورة صوت النبات.

وبالتالي، فإن استنتاج أن النبات كان يحدث صوتا، أو أنه كان يتفاعل مع الأشخاص الذين يدخلون الغرفة، هو مجرد تكهنات في هذه المرحلة.

لكن احتمال حدوث ذلك، ولو بنسبة ضئيلة، هو ما أثار اهتمام لورا، التي تقول: "هل يحدث ذلك حقًا بهذه الطريقة؟ هذا هو السؤال".

في الحقيقة، هناك الكثير من التفاصيل الهامة التي لا نعرفها عن النباتات وحياتها. وفي الوقت الحالي، هناك نقاش بين الأشخاص الذين يدرسون النباتات حول مدى اتصال الزهور والشجيرات ببعضها بعضا، أو مع الكائنات الحية الأخرى. وإذا كان ذلك يحدث بالفعل، فهل هذا يعني أنها كائنات تتحلى بالذكاء؟

ويسفر البحث العلمي باستمرار عن اكتشافات جديدة حول تشابك النباتات وقدراتها المذهلة. وهناك احتمال أن تكون النباتات أكثر تعقيدًا مما يفترضه البعض. ومع ذلك، فإن الفكرة التي تفترض أنه يمكن للنباتات أن "تتحدث" إلى

البشر هي فكرة مثيرة للجدل.

لكن هذا لا يمنع بعض الأشخاص من محاولة الهمس إلى النباتات ومحاولة إشراكها في محادثة.

وقد خطرت للورا فكرة الاستماع إلى جذور نباتاتها بعد أن قرأت عن التجارب التي أجرتها مونيكا غاغليانو وباحثون آخرون. وعلى مدى العقد الماضي أو نحو ذلك، نشرت غاغليانو، التي تعمل في جامعة غرب أستراليا، سلسلة من الأوراق البحثية التي تشير إلى أن النباتات لديها القدرة على التواصل والتعلم والتذكر.

ودائما ما كانت تطالب بضرورة أن يعطي العلماء اهتمامًا أكبر لحقيقة أن النباتات يمكنها نقل المعلومات واستردادها صوتيًا.

وفي دراسة أجريت عام **2017**، أظهرت غاغليانو وزملاؤها أن النباتات تبدو قادرة على استشعار صوت اهتزاز الماء عبر جذورها، وهو ما قد يساعدها في تحديد موقعها تحت الأرض.

وتؤمن غاغليانو بقدرة النباتات على التواصل، وتقول: "هناك دليل واضح على ذلك".

وفي ورقة بحثه جرى الاستشهاد بها كثيرًا ونُشرت في عام **2012**، أشارت غاغليانو وزملاؤها إلى أنهم اكتشفوا أصوات نقر صادرة عن جذور النباتات. واستخدم الباحثون مقياس اهتزاز بالليزر لاكتشاف هذه الأصوات عند أطراف الجذور مباشرةً.

تقول غاغليانو إنه جرى تجربة الليزر على الجذور عندما غُمرت بالماء في بيئة معملية، لضمان أن الأصوات المكتشفة كانت تنبعث بالفعل من الجذور نفسها، وليس من أي مكان آخر.

ومع ذلك، فإن التأكيد على أن هذه النقرات لها أي وظيفة تواصلية يتطلب مزيدًا من الأدلة. وتقول غاغليانو إنها لاحظت استجابة جذور النباتات للأصوات بترددات مماثلة من خلال تغيير اتجاه نموها.

ولا تزال هناك شكوك حول ما يعنيه هذا، على وجه التحديد. وقد أثارت غاغليانو أيضًا استغراب الكثيرين عندما زعمت أنها سمعت، في أماكن غير مخصصة للتجارب العلمية، نباتات تتحدث معها باستخدام كلمات.

وتقول إن هذه التجربة "خارج المجال العلمي البحت"، وتشير إلى أنه لا يمكن لمراقب خارجي أن يقيس الأصوات التي سمعتها هي بأدوات المختبر. لكنها متأكدة تمامًا من أنها لاحظت أن النباتات تتحدث معها في مناسبات متعددة.

وتقول: "لقد كنت في مواقف سمع فيها العديد من الأشخاص الآخرين، ولست أنا وحدي، نفس الشيء".

ومهما كان رأيك في هذه الادعاءات، فقد كشفت أبحاث حديثة أجرتها فرق علمية متعددة، عن مجموعة متنوعة من الرؤى والنظريات الرائعة حول النباتات والصوت. فعلى سبيل المثال،

وجدت دراسة أجرتها مجموعة من الباحثين في إسرائيل في عام **2019** أن النباتات تزيد من كمية السكر في رحيقها عندما تتعرض لصوت طنين نحلة.

قد تفعل النباتات هذا لمكافأة الحشرات، مثل النحل، التي تلقحها عند استرجاع الرحيق. وبعض الحشرات الأخرى تحصل على الرحيق دون جمع أو نشر أي حبوب لقاح، وهو الأمر الذي لا يفيد النبات. وكانت المرة الوحيدة التي زاد فيها محتوى السكر قد حدثت عندما عرّض الباحثون النباتات في دراستهم لأصوات نحلة، أو ضوضاء بنفس التردد.

وتشير دراسات أخرى إلى مجموعة كاملة من الطرق التي تؤكد أن الأصوات مهمة جدا للنباتات. فعلى سبيل المثال، فإن النباتات التي تتعرض لصوت لمضغ اليرقات تنتج المزيد من المواد الكيميائية لمنع التغذية عندما تتعرض لاحقًا ليرقات حقيقية جائعة.

إن مثل هذه الدراسات جعلت الناس يتساءلون عما إذا كان بإمكانهم التأثير على النباتات باستخدام صوت مصمم خصيصا لذلك. لذلك، صممت منظمة صينية تسمى "مركز تشينغداو لبحوث الهندسة الزراعية الفيزيائية"، جهازا لبث الصوت إلى النباتات. ويزعم مصممو هذا الجهاز أنه يزيد إنتاج النباتات، ويقلل الحاجة إلى الأسمدة.

لكن ديفيد روبنسون، من جامعة هايدلبرغ في

ألمانيا، ينتقد هو وآخرون بشدة الادعاءات بأن النباتات ذكية، أو أنها تستطيع التواصل فيما بينها مثل البشر. وعلى الرغم من أن استجابات النباتات للمنبهات الصوتية مثيرة للاهتمام، إلا أنها محددة مسبقًا وجامدة، كما يقول روبنسون، الذي يضيف: "لا علاقة لذلك بعملية التفكير".

ولا تمتلك النباتات خلايا عصبية، وهي الخلايا التي تنقل المعلومات عبر الإشارات الكهربائية في أدمغة الحيوانات. ويقول روبنسون إن النباتات بشكل عام تفتقر إلى آلية التفكير. ومع ذلك، يمكن القول إن المعلومات تتحرك داخل النباتات، عن طريق الإشارات الكيميائية.

وعلاوة على ذلك، فإن فكرة أن النباتات يمكن أن تتعلم هي أيضًا محل خلاف. لقد حاول أحد الباحثين تكرار نتائج الدراسة عن التعلم في النباتات والتي أجرتها غاغليانو وزملاؤها، لكنه لم يتمكن من الوصول إلى نفس النتيجة.

ويقول روبنسون إنه لا يستبعد احتمال أن النباتات لا تزال قادرة على مفاجئتنا بأمور لم نكن نتوقعها، لكنه يصر على ألا نحاول مقارنة قدراتها التواصلية بقدراتنا نحن البشر، وألا نحاول التحدث معها.

ويقول: "أعتقد أن ما يحاول الكثير من الناس فعله هو إضفاء الطابع الإنساني على النباتات لجعلها أكثر شبهاً بنا".

ومن صفحة الدكتورنظمي خليل أبو العطا موسى بعنوان: الآيات الربانية في التركيب الداخلي للجذور النباتية

التركيب الداخلي للجذور النباتية من كبرى الآيات الكونية الدالة دلالة علمية على حكمة الله
سبحانه وتعالى وعظمته وتقديره في الخلق وفقا لرد سيدنا موسى عليه السلام على فرعون "قَالَ رَبُّنَا الَّذِي أَعْطَى كُلَّ شَيْءٍ خَلْقَهُ ثُمَّ هَدَى" "طه / **50**".

عندما سأله فرعون " قَالَ فَمَن رَّبُّكُمَا يَا مُوسَى" "طه **49**"، إنها الإجابة الموجزة المعجزة المبينة إن الله سبحانه وتعالى خلق كل شيء، ومنه الجذور النباتية، وأعطاه ماهيته وهيئته الداخلية والخارجية والحيوية الملائمة لوظيفته الحيوية والمتلائمة مع البيئة الخارجية التي يعيش فيها.
وعند دراسة التركيب الداخلي العام للجذور النباتية نجد أن فيها نسقية واحدة كبيرة تجمع بين تركيبها الخلوي الداخلي، فالجذور مغطاة من الخارج بطبقة وبرية وهي الطبقة الرقيقة المغلفة للجذر الحديث النمو تخرج منها شعيرات جذرية في منطقة الامتصاص بالجذر "انظر النبات العام أحمد مجاهد وآخرون "ص " وكتاب **217A**
Text Book of Botany, Saxena and sarbhaiVOL.III "".
وتخرج الشعيرات الجذرية كامتدادات أنبوبية غير متفرعة لتلك الخلايا . يلي الطبقة الوبرية عند تحللها منطقة البشرة الخارجية
"**Exodermis**" مغلظة الجدر قليلا والتي

تسمح بعض خلاياها المسوبرة **Suberized** في تنظيم مرور الماء من خارج الجذر إلى داخله.
وبداخل البشرة الخارجية توجد القشرة وهي الطبقة المكونة للسواد الأعظم لخلايا الجذر الداخلية فهي مكونة من عدة طبقات عديدة الخلايا براتشيمية بينها مسافات بينية مليئة بالهواء للتهوية وهي الطبقة الشحمية في الجذور المتدرنة المخزنة للغذاء.
وتنتهي القشرة من الداخل بطبقة واحدة من الخلايا المتراصة تعرف بالبشرة الداخلية **"Endodermes"** وتعتبر كالحزام الداخلي المحيط بالاسطوانة الوعائية، وجدر خلايا البشرة الداخلية مغلظة بطبقة سميكة من السوبرين في جميع الخلايا ماعدا الخلايا المقابلة لنسيج الخشب وبذلك يمر الماء من القشرة إلى الخشب عبر هذه الخلايا ولذلك تسمى بخلايا المرور **"Passage cells"**.
فمن نظم هذه الخلايا بهذا النظام البديع؟**!**
هل تستطيع المصادفة والعشوائية فعل ذلك؟**!**
وماذا يحدث لو اختل هذا التركيب البديع؟**!**

في مركز الجذر توجد أوعية الخشب وأوعية اللحاء وطبقة النخاع في الجذور الحديثة، وتتدرج خلايا الخشب " **Xylam** " واللحاء " **phloem** " في النمو والكبر كلما تقدم السن بالجذر والنبات ليستطيع الوفاء بمتطلبات الساق والأوراق والبراعم والأزهار والثمار من الماء والغذاء الصاعد من التربة عبر أنابيب الخشب

والنازل من الأوراق عبر أوعية اللحاء.

ويتميز الجذر بتكوين الجذور الجانبية التي تخرج من الخلايا الداخلية للاسطوانة الوعائية وبذلك تستطيع الجذور الجانبية للجذر مقاومة ممانعة التربة من تعمق الجذر فيها.
وحيث أن النباتات ذوات الفلقة الواحدة كالقمح والشعير والذرة نباتات حولية لذلك فان النمو الثانوي أو التغلظ الثانوي في الجذر نادر لأنها تموت بعد أشهر معدودات , أما في نباتات ذوات الفلقتين وهي عادة نباتات شجرية معمرة فإن الجذر ينمو نموا ثانويا ليوائم ويتلاءم مع النمو المطرد للساق والأوراق وعدد وكمية الثمار والبذور التي يحملها النبات الواحد.

ومن السلوك المعجز لبعض الأشجار الضخمة أنه عندما تتمزق طبقة الجذور الجانبية أو تموت وتجف يصبح النبات عرضة للموت عطشا لعدم وصول الماء إلى أوعية الخشب, وهنا رزق الله سبحانه وتعالى هذه الجذور لتلك النباتات الضخمة أن تأتي مجموعة من الفطريات وتكون شبكة من الخيوط الفطرية المحيطة بالجذر في مساحة قد يصل قطرها إلى مئات الأمتار وتوصل تلك الخيوط نفسها بأوعية التوصيل بالجذور ثم تقوم بامتصاص الماء من المنطقة المحيطة بالنبات وتوصيلها إلى جذوره التي ترفعها بعد ذلك إلى الساق والأوراق والأزهار والثمار وتسمى هذه المجموعة الفطرية بالفطر جذريات أو مجموعة الفطريات الجذرية "الميكوريزا " "**Mycorrhiza**"، وبذلك يحصل

النبات على زيادة امتصاص الماء من التربة بالفطريات وامتصاص المواد الغذائية وحماية المجموع الجذري للنبات بافرازات مضادات الحيوية الفطرية حول الجذر، كما تقوم الفطريات بتحليل المواد السامة والملوثات في التربة وحماية النبات منها مقابل أن يحصل الفطر على المواد الكربوهيدراتية المتكونة في النبات بالبناء الضوئي، ويحصل الفطر من النبات أيضا على بعض الفيتامينات وخاصة الثيامين المتكون من النبات الأخضر.

فمن هيأ هذه الجذور النباتية لهذه الوظيفة التبادلية بين الجذر والفطر؟!

ومن ألهم الفطر أن النبات الأخضر قادر على إنتاج الغذاء بالبناء الضوئي لاحتوائه على صبغ اليخضور "الكلوروفيل" غير الموجود في الفطر؟ إنه الإعجاز في الخلق والتدبير الإلهي في الجذور النباتية التي تعجز نظرية التطور والمصادفة والعشوائية عن إتيانه وصيانته وتفعيله فهل من مدكر ؟ ! .

وعن الجزيرة بعنوان النبات يتواصل مع بعضه عبر جذوره

أفادت دراسة جديدة بأن النبات يستخدم جذوره ليستمع إلى جيرانه من النباتات الأخرى؛ فقد وجد الباحثون أن النباتات في البيئة المزدحمة تفرز مواد كيميائية في التربة تدفع جيرانها إلى النمو بقوة أكثر عدوانية لتجنب تركها في الظل.

وعلق الباحثون بجامعة العلوم الزراعية في السويد على ذلك بأنه إذا كانت لدينا مشكلة مع جيراننا فإننا نستطيع تغيير الشقة، لكن النبات لا يستطيع ذلك، ومن ثم فهو يكيف وضعه باستخدام إشارات لتجنب المواقف المتنافسة والاستعداد لمنافسة مستقبلية.

وكشفت الدراسة التي ركزت على شتلات الذرة التي تميل إلى تعزيز نموها في بيئة متوترة، عن أن هذا السلوك دافعه ليست فقط إشارات ميكانيكية تلتقطها الأوراق، ولكنها إفرازات كيميائية في التربة.

وظهرت إمكانية أن تتواصل النباتات مع بعضها البعض بشكل دوري باعتبارها فكرة غريبة الأطوار؛ ففي ثمانينيات القرن الماضي كان هناك تلميح بأن الأشجار ترسل نبضات كهربائية تسمى موجات دبليو، عندما يتم قطع الأشجار المجاورة.

ولكن في السنوات الأخيرة ظهرت أدلة جديدة على أن النباتات ترسل وتستقبل باستمرار إشارات متجددة يتعلم منها العلماء اليوم التنصت عليها. وبالإضافة إلى ما يعرف بخجل الظل والاعتداء، تقوم النباتات بتحذير جيرانها من هجمات المبيدات الوشيكة عبر شعيرات من الفطريات شبيهة بالخيوط تربط الجذور ببعضها البعض في شبكات اتصالات معقدة، وتكون قادرة على اكتشاف إذا كانت محاطة بغرباء أو أقاربها.

المصدر : غارديان

ومن صفحة كوكب العلم: بعنوان انصالات جذرية

ترسل النباتات معلومات هامة وتستقبلها وتمررها عن طريق الجذور. في تجربة معملية، قام باحثون بزراعة ستة نباتات حديقة على صف واحد، ثم عرضوا أولها إلى ظروف الجفاف. راقب الباحثون المسام الموجودة على سطوح الأوراق؛ حيث يتغير اتساعها وفقًا لتوافر المياه. بعد بضع دقائق قامت النبتة المعرضة للجفاف بغلق مسامها، وكذلك فعلت النبتة المجاورة لها. وفي خلال ساعة أغلقت النباتات الأربعة الباقية مسامها واحدة تلو الأخرى؛ مما يشير أنها قد تلقت رسالة لتعد عدتها للجفاف. أعيدت التجربة مع اتخاذ الضوابط اللازمة لعزل الجذور بعضها عن بعض. احزر ماذا حدث؟ بقيت المسام مفتوحة.

الشبكة الفطرية

قد يأخذ تواصل النباتات تحت التربة صورًا أكثر تعقيدًا ليضم أطرافًا أخرى. فمثلها كمثل البشر الذين يتواصلون عبر الشبكة العنكبوتية، تتواصل النباتات من خلال شبكة فطرية. لربما كان عيش الغراب هو أشهر جزء من الفطريات بالنسبة إلى البشر؛ ولكن الجزء الأكبر من أجسامها يتكون من شبكة خيوط رفيعة تعرف بالميسيليوم. تسافر

شبكة الميسيليوم تحت الأرض وتربط جذور مختلف النباتات والأشجار الموجودة في المكان معًا؛ مما يسمح لها بالتواصل وغيره من العمليات.

والعلاقة بين النباتات والفطريات قائمة على المنفعة المتبادلة. فبينما تمد النباتات الفطريات بغذائها في صورة كربوهيدرات، تقوم الفطريات بتعزيز مناعة النباتات، وإمدادها بالمغذيات، ومساعدتها على امتصاص المياه، وتبادل المواد والمعلومات. تقوم الأشجار بترميز رسائلها في صورة إشارات كهربائية تمر عبر جذورها وتنتشر عبر الشبكة الفطرية. وبهذه الطريقة تستغيث الأشجار عند تعرضها للهجوم، وتغذي شجيراتها الأبناء، وتُرسل مواد كيميائية سامة لتدمير النباتات غير المرحب بها.

ومثل شبكتنا العنكبوتية، للميسيليوم نسختها الخاصة من الجرائم السيبرية. بعض النباتات مثل زهرة السحلبية الشبح لا تمتلك صبغة الكلوروفيل؛ ولهذا فإنها لا تستطيع إنتاج غذائها بنفسها من خلال التمثيل الضوئي. وهكذا فإنها تسرق الكربون الذي تحتاج إليه من الأشجار القريبة من خلال الشبكة الفطرية. وبعض أنواع السحلبيات الأخرى أكثر خبثًا؛ حيث تسرق الكربون من جيرانها، في حين تستطيع القيام بالتمثيل الضوئي بنفسها.

ومن صفحة ملاحق الخليج تحت عنوان:
الأشجار.. ترى وتشعر وتشم وتتواصل تملك

إحدى عشرة حاسة تلمح الضوء

إعداد محمد هاني عطوي

وفقاً للجمعية البريطانية لصيانة الحدائق النباتية الدولية، فإن هناك **65065** نوعاً مختلفاً من الأشجار. إلا أنه لا يزال هناك الكثير ليكتشف في عالم النباتات كما تقول كاثرين لين، من وحدة بياف "فيزياء وعلم وظائف الأعضاء التكاملية للشجرة في البيئة المتقلبة".
ومنذ عشر سنوات، تشير الأبحاث إلى عالم يتميز بخصائص رائعة. ولذا ليس من قبيل المصادفة أن يترجم كتاب بيتر ووليبين "الغابات الألمانية" إلى **32** لغة. فقد وصف فيه كيف تتواصل الأشجار عن طريق الشم والبصر والكهرباء.

نظر البعض إلى مؤلف الكتاب على أنه شديد التعاطف مع هذه الكائنات.. ولكن في الحقيقة أثارت الفكرة دهشة العلماء. وتقول كاثرين لين: "غالباً ما ينظر إلى الغابة كعالم يسوده السلام. ولكن في الواقع، نجد أن المنافسة بين النباتات دائمة". فعندما تكون الشجرة ذات جذور عميقة، وتتلقى الضوء ويمكنها الحصول على المياه، وحماية نفسها من الكائنات الضارة فإن الأمر يتطلب تطوير مهارات التأقلم. وحتى لو لم تكن للأشجار لغة فإنها تتبادل المعلومات عبر الهواء من خلال مركبات طيارة، وعن طريق إشارات كيميائية تحت الأرض.
وتشير الدراسات إلى أن **90**٪ من النباتات لها جذور متصلة بخيوط فطرية. فعن طريق هذه

الشبكة، توفر النبتة للفطر جوهر غذائه على شكل سكريات تنتج عن عملية التمثيل الضوئي. وفي المقابل، يقدم الفطر لها الأملاح والمعادن والمياه. ويقول إيف داسو، مدير الأبحاث في **CNRS**. إن العلاقة بين خيوط الفطريات وجذور الشجرة تحدث بمساعدة نباتات أخرى وكائنات حية دقيقة. وإذا كان ثمة فطر لم يجلب ما يكفي من المعادن، فإن الشجرة تضع حداً لهذا التعايش لأن هذا النظام لا يعتمد على الغش.

ويشير جاك تاسين، الباحث في علم البيئة النباتية في **CIRAD** "مركز التعاون الدولي في البحوث الزراعية من أجل التنمية" إلى أنه ليس هناك أي دليل على أن الشجرة تنقل طوعاً المعلومات إلى شجرة أخرى، ولكن هذا لا يمنعها من التقاط أي مركب متطاير ينبعث من جارها مثلاً فالنباتات تستخدم الانتهازية وتستفيد من جميع المعلومات التي تتلقاها.

تمييز الألوان

طبقاً لصيغة مختص الأحياء دانييل تشاموفيتز صاحب كتاب "النباتات وحواسها"، فإن النباتات ترى، إلا أن هذا لا يعني إضفاء صفة التجسيم عليها. فالنباتات أو الأعشاب تمتلك خلايا مستقبلة للضوء موجودة في الغالب على أوراقها وهي كثيرة العدد فهناك على الأقل إحدى عشرة حاسة، في حين أننا لا نملك سوى أربع فقط. وبفضل هذه الحواس يمكن للشجرة أن تلمح شدة الضوء واتجاهها وساعات سطوع أشعة الشمس. ويمكن لبعض الأنواع، مثل الحور أو الدردار، أن يرى حتى مسافة **3** أمتار وبالألوان

أيضاً، فأصباغ الأوراق تمتص اللون الأزرق، والأحمر الفاتح وتعكس الأخضر والأحمر الداكن. وهكذا، ومن خلال قياس الضوء الأحمر، يمكن للفيتوكروم "صباغ بروتيني نباتي" تقييم فترة الإضاءة اليومية وهي معلومة أساسية تسمح لشجرة ما بمعرفة هل نحن في فصل الربيع أم في فصل آخر، وهل حان الوقت بالنسبة لها كي تزهر، أو أنه الخريف وينبغي لها التحضر لمرحلة تغيير الورق.

الإحساس بالفضاء

المعروف أن الحاسة السادسة عند الإنسان هي القدرة على الشعور بالوضعية والمكان والوجهة وحركة الجسم وأجزائه "ما يسمى باستقبال الحس العميق". وهذا ما يتيح لنا إدراك وضعية جسمنا في أي لحظة في أبعاد ثلاثية. النباتات أيضاً تمكنت من تطوير هذه القدرة فالشجرة تدرك موقع جذعها وفروعها فضلاً عن أنه يمكنها تصحيح شكلها كي تنمو بشكل مستقيم على الرغم من وجود عناصر كابحة مثل الرياح أو الثلوج. ففي داخل الجذع والفروع توجد خلايا تحتوي على حبيبات نشا تنتقل على أساس الميلان وذلك وفق مبدأ ميزان الاستواء أو التسوية الذي يستخدمه النجار في حين أن ثمة خلايا أخرى تدرك أو ترى الانحناء. وكرد فعل على ذلك تصنع الشجرة الخشب الذي يسمح للألياف بالانكماش أو بالانضغاط كي تستعيد نموها بشكل عمودي. وفي هذا الصدد نجد أن الأشجار الشابة هي أكثر ميلاً نحو إدراك مفهوم "استقبال الحس العميق" من شجرة بلوط

قديمة. فالواقع أن اللحاء يثخن مع مرور الوقت
ويصبح أقل مرونة.

عناق الريح

الأشجار لا تمتلك نهايات عصبية ومع ذلك فهي
تشعر بلمسة الحشرة، وبقطرة ماء، وحتى
بالرياح. ويشير الباحث إيف داسو إلى أن
النباتات لا تمتلك حاسة لمس ولكنها تدرك الشعور
الحقيقي "للضغوطات الميكانيكية". هذه القدرة
لديها تسمى **Thigmomorphogenesis**
وهي تتضمن جميع ردود فعل النبات للنمو نتيجة
التحفيز الميكانيكي عابر "رياح، تيار نهر، سحق،
اقتلاع...". العديد من الدراسات التي أجريت
على النباتات الصغيرة أثبتت هذا الأمر، والنتائج
المتعلقة بالأعشاب لم تكن مختلفة جداً عن
الخشب، على حد وصف كاثرين لين. "فعلى
سبيل المثال، يثير أقل ضغط **2**٪ من جينات
نبات الأرابيدوبسيس، أما بالنسبة للحساسية،
فإنها تطوي وريقاتها واحدة تلو الأخرى عند أول
اتصال لها، قبل أن تتبنى النبتة كلها هذا الموقف
كانسحاب دفاعي. وتعرف بعض النباتات تعديل
هذا الفرط للحساسية مع الوقت، بتوفير
الاستجابة المناسبة لبقائها على قيد الحياة. ففي
المناطق العاصفة بشكل خاص، تتكيف الأشجار
مع نموها، فتنتج المزيد من الخشب ويصبح لها
جذور أكثر مقدرة على المقاومة. ولذلك فإن
تدعيم شجرة بأوتاد لا يخدمها لأنه لا يمكنها
قياس مقدرتها على مواجهة الرياح، وعند إزالة
الدعامة تنمو بسرعة كبيرة جداً نحو الأعلى."

شم الروائح

تنبعث من النباتات روائح ليس لمجرد متعتنا، فقد كتب دانييل تشاموفيتز: ليس هناك شك في أنها تشعر بالآخرين. وهذه المركبات العضوية المتطايرة هي إشارات كيميائية أساسية للاتصال. ونحن لا ندركها دائماً، ولكن النباتات المجاورة - وحتى تلك التي تنتمي لنفس النوع - تعرف كيف تستقبلها وتدركها. من هذه المركبات التربين، والليمونين، والاثيلين... بل وهناك الآلاف من المركبات العضوية المتطايرة من الأوراق ولكن من الجذر أيضاً كما تقول كاثرين فرنانديز، الباحثة في **CNRS**. وتضيف الباحثة أن هذه المركبات العضوية المتطايرة تتنقل لأنه يوجد هواء في التربة، وذلك بفضل ديدان الأرض. وفي العام **1983**، أثبت الباحثون أن شجر الحور الذي يتعرض لهجوم من اليرقات ينتج المزيد من التانين، وهي مادة ذات مرارة شديدة تبعد عنها الآفات. وفي الوقت نفسه، فإنها تبعث بمركبات عضوية متطايرة تحملها الرياح، وتدركها الأشجار المثيلة التي تنتج بدورها التانين على سبيل الوقاية. الأدهى من ذلك، أن ثمة نباتات تنتج مواد تبعد الكائنات المفترسة عن ضحاياها، ولذلك، فللتخلص من اليرقات التي تغزوها، تجذب أشجار البطم والصنوبر الدبابير الصغيرة التي تضع بيضها في أجسام اليرقات. وتقول كاثرين فرنانديز إن "بقاء النباتات على قيد الحياة، وأيضاً الحشرات الملقحة، يعتمد على هذا

التواصل الشمي الفائق للغاية".

أصوات الضوضاء

على أية حال، تصدر الأشجار ضوضاء، ففي الأعمدة التي تجعل المياه تصعد في الجذوع تسمع أصوات فقاعات الهواء التي يمكن تسجيلها. إلا أن هذه الضوضاء مفهومة ومدركة من الشجرة نفسها ومن جيرانها، ولا شيء يثبت ذلك. ومع ذلك.. فالحساسية التي تبديها النباتات تفتح آفاقاً في مجال الزراعة. ففي حالة الزراعة ذات المحصول الواحد نجد أنه دون مساعدة من فطريات مايكورهيزال لا يمكن للنباتات التواصل بسهولة. وثمة تجارب تجرى بهدف "تعزيز" القدرات الطبيعية، للحد من استخدام المبيدات الحشرية. وهذا هو معنى الحراجة الزراعية، الذي يجمع بين الأشجار والمحاصيل والحيوانات على نفس قطعة الأرض الزراعية. والربحية تتحدث حينها عن نفسها: فعند تلقيح شجر التنوب بالفطريات، أدى ذلك إلى زيادة إنتاج الأخشاب بنسبة **60**٪ خلال الاثنتي عشرة سنة الأولى.

ومن صفحة أنا أصدق العلم بعنوان: هل تتحدث النباتات إلى بعضها؟

قد يظن بعض الناس أن التواصل يحدث بين الأشجار عند قممها العالية ولكن التواصل الحقيقي يحدث تحت الأرض عند الجذور، يقول بيتر: "يسميها بعض العلماء الشبكة الخشبية

العنكبوتية، فكل الأشجار في هذه الغابة -وفي كل غابة لم تتضرر كثيرًا- مرتبطة بشبكة فطرية تحت الأرض، وهي تتشارك الماء والغذاء عبر هذه الشبكات وتستخدمها للتواصل أيضًا، فهي ترسل إشارات خطر تتعلق بالجفاف والمرض. فعند تعرضها لهجوم الحشرات مثلًا، تبدل الأشجار سلوكها عند تلقيها هذه الإشارات".

يسمي العلماء هذه الشبكة شبكة الفطور الجذرية، فأطراف الجذور الدقيقة للأشجار مرتبطة بواسطة خيوط فطرية دقيقة تشكل أساس شبكة التواصل، وهي تعمل عمل جهاز تكافلي بين الفطور والأشجار أو تبادل اقتصادي بينهما. إذ تستهلك الفطور نحو **30%** من السكريات التي تصنعها الأشجار بالتركيب الضوئي أجورًا مقابل خدماتها المتمثلة في تنقية التربة من النيتروجين والفوسفور والمعادن المغذية التي تمتصها الأشجار بعد ذلك وتستهلكها.

تشكل هذه الشبكة خط إنقاذ لحياة الشجيرات الصغيرة في المناطق الظليلة جدًا في الغابة، فهي تتمكن من البقاء بفضل الأشجار الكبيرة بسبب عدم قدرتها على التركيب الضوئي، إذ تضخ الأشجار الكبيرة السكر إلى جذور الشجيرات بواسطة شبكة الجذور الفطرية، يصف بيتر الأمر كإرضاع الأشجار الكبيرة لصغارها، وهو تعبير مجازي يوصل الفكرة بطريقة مميزة.

يذكر بيتر رؤيته شجرة زان قُطعت منذ **500** عام أو **400**، لكنه عندما كشط سطحها بسكين

وجد شيئًا مذهلًا هو أن الجذع المبتور كان حيًا مليئًا باليخضور، وللأمر تفسير وحيد، إن الأشجار المحيطة كانت تبقيها حية. يقول بيتر: "يذكرني سلوك الأشجار هنا بالفيلة، فهي لا تترك موتاها، خاصةً إذا كانت شجرة أمومية كبيرة موقرة".

الفصل الخامس تأثير البيئة على النباتات

تأثير المشاعر

على الرغم من أن النباتات لا تمتلك جهازًا عصبيًا، فإنها تستجيب للبيئة المحيطة بها بشكل واضح. التجارب أظهرت أن النباتات تنمو بشكل أفضل في بيئة إيجابية مقارنة ببيئة مليئة بالضوضاء أو العنف.

درجة الحرارة لها تأثير كبير على سرعة نمو النبات.

عندما يكون الجو حارًا جدًا "فوق **30** درجة مئوية"، يقل التمثيل الضوئي.

عندما يكون الجو باردًا جدًا، يتباطأ معدل نمو وإثمار وإزهار النبات.

الرطوبة: يمكن أن تعوق الرطوبة العالية والمنخفضة للغاية نمو المحصول.

التفاعل مع البشر

تستجيب النباتات للأصوات والموسيقى وحتى الكلمات. بعض الدراسات تشير إلى أن التحدث إلى النباتات أو تشغيل الموسيقى الكلاسيكية يمكن أن يحسن من نموها.

وفي صفحة **BAC** بعنوان ما هي العوامل التي تؤثر في نمو وإزهار النباتات؟

عندما تزرع المحاصيل، ترغب في أن تنمو وتزهر بشكل جميل. يمكن أن يكون ذلك تحديا كبيرًا. هناك **6** عوامل تؤثر في نمو وإزهار محصولك: التغذية، وإمدادات المياه، وشدة الضوء، والأكسجين وثاني أكسيد الكربون، ودرجة الحرارة، والرطوبة. في هذه المدونة سنشرح ذلك بالتفصيل.

كيف ينمو النبات؟

في البداية، سوف نلقي نظرة فاحصة على تعريف كلمة "النمو". عندما ينمو محصولك، يزداد حجمه من خلال ظهور خلايا جديدة وحيث يكبر حجم الخلايا الموجودة بالفعل أيضًا.

يمكن أن ينمو النبات إذا كان التمثيل الضوئي أكبر من تنفس النبات. عملية التمثيل الضوئي هي عملية تتم في يخضور النباتات، وتُستخدم فيها الطاقة الضوئية لتحويل ثاني أكسيد الكربون إلى كربوهيدرات.

يتم حرق هذه السكريات أثناء تنفس النبات. ويمكن أن ينمو النبات من خلال الطاقة التي يتم إطلاقها.

العوامل التي تؤثر في نمو النبات

لتحقيق النمو الأمثل، من المهم تحسين العوامل

الستة المذكورة أعلاه، لكي تنشأ علاقة جيدة بين هذه العوامل وبعضها. إذا لم يكن أحد هذه العوامل في حالة جيدة، فقد يعوق ذلك نمو النبات.

- إمدادات المياه: يمكن أن يتحقق أقصى نمو للنبات فقط إذا كان امتصاص الماء يسير على ما يرام. يمتص النبات العناصر الغذائية من خلال الجذور، في شكل رطوبة. كلما زادت الجذور، كلما زاد عدد العناصر الغذائية التي يمكن للنبات أن يمتصها. لذلك، احرص على أن تكون درجة مستوى الحموضة مستقرة، لكي لا تتلف الجذور. يمكنك التعرف على مشكلة إمدادات المياه باستخدام كوب مُعلق.

- لتغذية: معظم عناصر بناء المحصول موجودة في الغلاف الجوي. يمكن أن يؤثر التسميد على النمو بنسبة قدرها حوالي **6** في المائة. لذلك لا تقوم بتسميد محصولك أكثر من اللازم، وإلا فقد يحد ذلك من نمو النباتات.

- شدة الضوء: تنمو النباتات عن طريق حرق السكريات. والسكريات تنشأ من الطاقة الضوئية "عملية التمثيل الضوئي". وبالتالي، يحتاج النبات إلى قدر كافٍ من الضوء. يقل نمو الجذر على وجه الخصوص مع نقص الضوء، وبالتالي يمتص النبات عدد أقل من العناصر الغذائية.

- الأكسجين وثاني أكسيد الكربون: يحتاج النبات إلى الأكسجين للتنفس. إذا قمت بري التربة بالكثير من الماء، فسيختفي الأكسجين من

التربة، مما يتسبب في تعفن الجذور. يحتاج النبات أيضًا إلى ثاني أكسيد الكربون لإنتاج السكريات، ولكن هذا موجود بشكل أكثر من كافٍ في الغلاف الجوي.

- درجة الحرارة: احرص على أن تكون درجة حرارة التربة حوالي **20** درجة مئوية. لأن درجة الحرارة لها تأثير كبير على سرعة نمو النبات. عندما يكون الجو حارًا جدًا "فوق **30** درجة مئوية"، يقل التمثيل الضوئي. عندما يكون الجو باردًا جدًا، يتباطأ معدل نمو وإثمار وإزهار النبات.

- الرطوبة: يمكن أن تعوق الرطوبة العالية والمنخفضة للغاية نمو المحصول. إذا كانت الرطوبة عالية جدًا، فيمكن أن تقل كمية الماء التي تتبخر من خلال الأوراق. وبالتالي، ستقل كمية الماء والعناصر الغذائية التي يتم توفيرها من خلال الجذور. وتزداد احتمالية حدوث التعفن. إذا كانت الرطوبة منخفضة جدًا، فستحدث أعراض احتراق، مما يؤدي إلى فقدان اليخضور "الكلوروفيل".

ومن الويكيبيديا تحت عنوان : الأثر البيئي للزراعة

الأثر البيئي للزراعة هو تأثير الأساليب الزراعية المختلفة على الأنظمة البيئية المحيطة بها، وكيفية تعقب تلك الآثار إلى تلك الأساليب.

يتباين الأثر الزراعي بناءً على التنوع الكبير في الأساليب الزراعية المستخدمة حول العالم. ونتيجة لذلك، يعتمد الأثر البيئي على أساليب إنتاج النظام الذي يستخدمه المزارعون. تُعتبر الصلة بين الانبعاثات في البيئة والنظام الزراعي غير مباشرة، لاعتمادها أيضًا على متغيرات مناخية أخرى كهطول المطر ودرجة الحرارة.

يوجد نوعان من مؤشرات الأثر البيئي: "القائم على الوسائل"، وهو الذي يرتكز على وسائل المزارعين للإنتاج، و"القائم على الآثار"، وهو الأثر الذي تمتلكه الأساليب الزراعية على النظام الزراعي أو على الانبعاثات في البيئة. تُعتبر جودة المياه الجوفية مؤشرًا قائمًا على الوسائل، والذي يتأثر بمقدار النيتروجين المُستعمل في التربة. ويُعتبر المؤشر الذي يعكس فقدان النترات في المياه الجوفية قائمًا على الآثار. يتناول التقييم المستند على الوسائل الأساليب الزراعية للمزارعين، بينما يبحث التقييم المستند على الآثار في الآثار الفعلية للأنظمة الزراعية. على سبيل المثال، قد تتناول التحليلات القائمة على الوسائل الطرق التي يستخدمها المزارعون في إبادة الحشرات والتسميد، في حين تبحث التحليلات القائمة على الآثار في مقدار انبعاث ثاني أكسيد الكربون المنبعث أو محتوى التربة من النيتروجين .

ينطوي الأثر البيئي على مجموعة من العوامل من التربة إلى الماء، والهواء، وتنوع التربة والحيوانات والأشخاص والنباتات والغذاء بحد

ذاته. ومن القضايا البيئية المرتبطة بالزراعة: التغير المناخي، واجتثاث الأشجار، والهندسة الوراثية، ومشاكل الري، والملوثات، وتآكل التربة، والمخلفات.

السلبيات

التغير المناخي

يُعتبر التغير المناخي والزراعة عمليتين مترابطتين، ويحدث كلاهما على الصعيد العالمي. من المتوقع أن يكون للاحتباس الحراري آثار كبيرة على الظروف التي تمس الزراعة، ومن ضمنها درجة الحرارة والهطول والانجراف الجليدي. تحدد تلك الظروف القدرة الاستيعابية للمحيط الحيوي على إنتاج الغذاء الكافي للتعداد البشري والحيوانات الأليفة. وقد يكون لنسب ثنائي أكسيد الكربون المرتفعة آثار ضارة ونافعة على المحاصيل الزراعية. وقد يساعد تقييم آثار التغيرات المناخية في تنبؤ الزراعة والتكيف معها بطريقة ملائمة لتحقيق أكبر قدر ممكن من الإنتاج الزراعي. رغم أن تأثير التغير المناخي على الإنتاج الزراعي غير مؤكد فإنه من المحتمل أن يحول مناطق الزرع الملائمة إلى محاصيل معينة. سيشمل التكيف مع التحول الجغرافي تكاليف اقتصادية باهظة وآثار اجتماعية ملحوظة.

في نفس الوقت، تبين أن الزراعة تسفر عن آثار

ملموسة في التغير المناخي، وبصفة رئيسية عبر إنتاج الغازات الدفيئة وانبعاثها كثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروس. بالإضافة لذلك، تؤدي الزراعة التي تمارس الحراثة والتسميد واستخدام مبيدات الآفات إلى انبعاث الأمونيا والنترات والفسفور، فضلًا عن العديد من المبيدات الحشرية التي تؤثر على الهواء والماء وجودة التربة والتنوع الحيوي. تغير الزراعة أيضًا الغطاء الأرضي لليابسة، والذي يمكن أن يغير قدرته على امتصاص الحرارة والضوء أو عكسهما، وبالتالي فإنه يساهم في التأثير الإشعاعي. يُعتبر تغير استخدام الأرض كاجتثاث الأشجار والتصحر إضافةً للوقود الأحفوري مصادر بشرية المنشأ لثاني أكسيد الكربونإذ أن الزراعة بحد ذاتها مساهم رئيسي في زيادة تركيز الميثان وأكسيد النيتروس في الغلاف الجوي.

اجتثاث الأشجار

اجتثاث الأشجار هو إزالة غابات الأرض على نطاق واسع في العالم، ما يؤدي إلى أضرار تلحق بالأرض. تُعتبر إزالة الأراضي من أجل المراعي أو المحاصيل أحد أسباب اجتثاث الاشجار. وفقًا لاختصاصي البيئة البريطاني نورمان مايرز، فإن نسبة **5%** من عمليات اجتثاث الأشجار تُعزى لتربية المواشي، و**19%** لقطع الأشجار الكثيف، و**22%** لقطاع مزارع زيت النخيل، و**54%** للزراعة القائمة على القطع والحرق.

يؤدي اجتثاث الأشجار إلى فقدان هائل لملايين الفصائل، ويُعتبر حافزًا للتغير المناخي. تعمل الأشجار كمصارف للكربون، إذ تمتص ثنائي أكسيد الكربون وأي من الغازات الدفيئة غير المرغوب بها من الغلاف الجوي.

تؤدي إزالة الأشجار إلى إطلاق ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي تاركةً وراءها عددًا أقل من الأشجار لامتصاص المقدار المتزايد من ثنائي أكسيد الكربون في الهواء. وبهذه الطريقة، يفاقم اجتثاث الأشجار حدة التغير المناخي. عندما تُزال الأشجار من الغابات، يغلب أن تجف الأتربة بسبب عدم توافر الظل، وعدم وجود أشجار كافية للمساعدة في دورة الماء عبر إعادة بخار الماء إلى البيئة. دون الأشجار، من المحتمل أن تتحول المناظر الطبيعية التي كانت غابات ذات يوم إلى صحارٍ قاحلة. وتسفر إزالة الأشجار عن تقلبات شديدة في درجات الحرارة.

في عام **2000**، وجدت منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة أن "دور الديناميات السكانية في الأوضاع المحلية قد يتغير من كونه أمر ذو أهمية إلى مُهمل،" وأن اجتثاث الأشجار يمكن أن ينجم عن "مزيج من الضغط السكاني و ركود الظروف الاقتصادية والاجتماعية والتقنية

الهندسة الوراثية

الري

قد يسفر الري عن عدد من المشاكل

من ضمن بعض تلك المشاكل نضوب طبقات المياه الجوفية في باطن الأرض بفعل السحب الزائد. يمكن أن تكون التربة مفرطة الري بسبب سوء تجانس التوزيع أو إدارة المياه المستعملة والمواد الكيميائية، ويمكن أن تؤدي إلى تلوث المياه. وقد يسبب الري المفرط إلى تصريف شديد من مناسيب المياه الجوفية المرتفعة والذي يمكن أن يسفر عن مشاكل في نسبة ملوحة الري، ما يتطلب حفظ للمياه الجوفية باستخدام نموذج من الصرف في طبقة الأراضي تحت السطحية. ومع ذلك، إذا كانت التربة قليلة الري، فإنها تؤدي إلى سوء التحكم في ملوحة التربة والذي يؤدي بدوره إلى زيادة في ملوحة التربة وبالتالي إلى تراكم للأملاح السامة على سطح التربة في المناطق ذات معدلات التبخر العالية. يتطلب ذلك إما الرشح لإزالة هذه الأملاح وطريقة لتصريف المياه لحمل الأملاح بعيدًا. قد يؤدي تصريف المياه المالحة أو التي تحتوي على نسب عالية من الصوديوم إلى تدمير بنية التربة وذلك بسبب طبيعة التربة القلوية.

الملوثات

تُعد مبيدات الآفات الاصطناعية مثل الملاثيون والدايمثوات والديكوفول والكونفيدور من الطرق الأكثر انتشارًا لمكافحة الآفات في الزراعة. من الممكن أن تتسرب المبيدات الحشرية إلى التربة وتدخل المياه الجوفية، إضافةً إلى استقرارها في

المنتجات الغذائية، ما يؤدي إلى حالات وفاة بين البشر والأحياء البرية غير المستهدفة. تُستخدم مجموعة كبيرة من الكيماويات الزراعية، ويُصبح بعضها ملوثًا بسبب الاستخدام أو إساءته أو الجهل. يمكن أن تنجرف تآكلات الطبقة السطحية من التربة من المزارع إلى مناطق أخرى، والتي قد تحتوي على مواد كيميائية كمبيدات الأعشاب والحشرات. ويمكن العثور على المبيدات الحشرية في الجداول والمياه الجوفية. الأترازين هو مبيد لمكافحة الأعشاب الضارة التي تنمو وسط المحاصيل. ويمكن لمبيدات الأعشاب تلك أن تخل بإنتاج الغدد الصماء والذي من شأنه أن يسبب مشاكلًا في التكاثر لدى الثديات والبرمائيات والأسماك المتعرضة للمبيدات. تمتلك الملوثات الزراعية تأثيرًا كبيرًا على جودة المياه. تؤثر محاليل التلوث الزراعي غير محدد المصدر على البحيرات والأنهار والمناطق الرطبة ومصبات الأنهار والمياه الجوفية. ينجم التلوث الزراعي غير محدد المصدر عن الإدارة الضعيفة لعمليات تغذية الحيوانات، والرعي الجائر، والحراثة، والتسميد، والاستعمال الخاطئ أو المفرط أو ذو التوقيت السيء لمبيدات الآفات. تتضمن الملوثات الناجمة عن الزراعة الرواسب، والعناصر الغذائية، ومسببات الأمراض، ومبيدات الآفات، والمعادن، والأملاح. ويمكن أن تسبب المواشي أيضًا دخول الملوثات في البيئة. تشق البكتيريا ومسببات الأمراض في الأسمدة الطبيعية طريقها إلى الجداول والمياه الجوفية في حال سوء إدارة الرعي وتخزين السماد في

البرك واستخدامه في الحقول.

يُدرج أدناه مشاكل إضافية معينة قد تنشأ بانبعاث الملوثات الناجمة عن الزراعة:

- انجراف المبيدات الحشرية:

تلوث التربة

انجراف رذاذ تلوث الهواء

- مبيدات الآفات، خاصة القائمة على العضوية الكلورية
- بقايا مبيدات الآفات في الأغذية
- سمية مبيدات الآفات للنحل:

قائمة نباتات المحاصيل الملقحة بالنحل

إدارة التلقيح

- المعالجة الحيوية
-

تآكل التربة

تآكل التربة هو تدهور جودة التربة الذي يمكن أن ينجم بفعل العديد من العوامل، خاصة الناجمة عن الزراعة. تمتلك التربة أغلب التنوعات الحيوية في العالم، وتكون الأتربة الصحية ضرورية لإنتاج الغذاء والإمدادات الكافية من الماء. من السمات الشائعة لتآكل التربة: التمليح،

والتشبع بالمياه، والتلبد، والتلوث الناتج عن مبيدات الآفات، وانخفاض في جودة بنية التربة، وفقدان الخصوبة، والتغيرات في درجة حموضة التربة وقلويتها ونسبة ملوحتها، والتعرية. تعرية التربة هو تآكل التربة السطحية بفعل الماء أو الرياح أو الأنشطة الزراعية. تكون التربة السطحية خصبة جدًا، ما يجعلها ذات قيمة لدى محاصيل المزارعين الزراعية. يمتلك تآكل التربة تأثيرًا كبيرًا على التدهور الحيوي، مما يؤثر على المجتمع الميكروبي للتربة ويؤدي إلى تغيير تدوير المغذيات ومكافحة الآفات والأمراض وخصائص التحولات الكيميائية للتربة.

المخلفات

الزراعة البلاستيكية هي استخدام أوقية البلاستيك في الزراعة. يستخدم المزارعون الملاءات البلاستيكية كواقي لتغطية **50-70%** من التربة والسماح لهم باستخدام أنظمة الري بالتنقيط للحصول على تحكم أفضل بمغذيات التربة ورطوبتها. لا يُعتبر المطر ضروريًا في هذا النظام، وتُبنى المزارع التي تستخدم الزراعة البلاستيكية لتحفيز الجريان السطحي للمطر. يسمح استخدام مبيدات الآفات في الزراعة البلاستيكية بانتقالها بسهولة أثناء الجريان السطحي نحو الأراضي الرطبة وجداول المد والجزر. يمكن ان يسبب الجريان السطحي

لمبيدات الآفات والمواد الكيميائية في البلاستيك تشوهات خطيرة لأن الجريان السطحي يحمل المواد الكيميائية نحو المحيطات

بالإضافة إلى الجريان السطحي المتزايد والذي ينتج عن الزراعة البلاستيكية، تبرز أيضًا مشكلة مقدار المخلفات المتزايد الناتج عن الوقاء البلاستيكي نفسه. إذ يتجاوز استخدام أوقية البلاستيك لمحاصيل الخضروات وثمار الفراولة وغيرها من المحاصيل البستانية **110** مليون رطلًا سنويًا في الولايات المتحدة. وينتهي المطاف بأغلب البلاستيك في المكبات، رغم وجود خيارات إتلاف أخرى كإعداد الأوقية في التربة، والدفن في الموقع، والتخزين في الموقع، وإعادة الاستخدام، وإعادة التدوير، والحرق. يتسم خياري الحرق وإعادة التدوير بالتعقيد بسبب التنوع في أصناف البلاستيك المستخدمة في التشتت الجغرافي للبلاستيك. يحتوي البلاستيك أيضًا على مثبتات وأصباغ بالإضافة لمعادن ثقيلة، والتي تحد من عدد المنتجات التي يمكن إعادة تدويرها. تُجرى الأبحاث باستمرار لصنع أوقية قابلة للتحلل البيولوجي أو الضوئي. بينما حُقق نجاح قليل في ذلك، يوجد هناك أيضًا عقبة حول الوقت الذي يستغرقه البلاستيك للتحلل، كما في العديد من المنتجات القابلة للتحلل البيولوجي التي تستغرق وقتًا في التحلل.

ومن مجلة الشرق الأوسط تحت عنوان: التلوث بالنيتروجين: كيف نوازن بين إنتاج الغذاء وحماية البيئة؟

تعد المغذيات، مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، إلى جانب الكالسيوم والكبريت والنحاس والزنك، وغيرها، عناصر ضرورية لنمو النبات وإنتاج الغذاء. وفي حين لا يتمكن المزارعون في بعض أنحاء العالم من الحصول على المغذيات الكافية لإنبات المحاصيل وتوفير الطعام للبطون الجائعة، فإن مناطق أخرى تشهد زيادة مفرطة في استهلاك العناصر المغذية وتسربها إلى البيئة المحيطة، مع ما يسببه ذلك من تلويث لإمدادات المياه وتقويض للنظم الإيكولوجية المهمة.

مشكلة خطيرة ومهملة

يوجد النيتروجين بشكل وفير في الطبيعة، إذ يشكل نحو **78** في المائة من الهواء الذي نتنفسه، وهو في حالته هذه مستقر للغاية، وليست له مضار تذكر على البيئة أو الإنسان. ويختلف الأمر عند إدخال النيتروجين في مركّبات أخرى ناشطة كيميائياً، مثل الأمونيا والنيترات واليوريا، التي يتم إنتاجها صناعياً على شكل أسمدة كيميائية منذ مطلع القرن الماضي.

إن الاختراق الذي حققه الألمانيان فريتز هابر وكارل بوش في صناعة الأسمدة، جعل من الممكن مضاعفة الإنتاج الزراعي مرات عدّة. ومع الوقت، تراجعت الممارسات التقليدية لتحسين

إنتاجية الأراضي، التي تشمل مثلاً استخدام السماد الطبيعي الناتج عن تخمير روث الحيوانات، أو زراعة المحاصيل المثبّتة لنيتروجين الهواء، كالبقوليات، أو ببساطة الانتقال إلى قطعة أرض أخرى أكثر خصوبة.
ويقدّر العلماء حالياً أن نحو نصف سكان العالم يعتمدون في غذائهم على محاصيل تم إنتاجها باستخدام الأسمدة الكيميائية، لا سيما الأسمدة النيتروجينية "الأزوتية". على أن هذه الثورة الخضراء التي كان وقودها السماد الكيميائي، لم تكن دون مقابل. والأنشطة البشرية التي تنتج سنوياً نحو **120** مليون طن من مركّبات النيتروجين التفاعلي تخلّف قسماً كبيراً "نحو **80** مليون طن" يلوث الهواء والماء والتربة.
وتعد الزراعة مسؤولة عن ثلثي التلوث النيتروجيني العالمي، فيما يُعزى باقي التلوث إلى مياه الصرف الصحي المنزلي، ونفايات الماشية، وحرق الوقود الأحفوري. ولذلك فإن التعامل مع هذا التلوث يرتبط عادة بإدارة النيتروجين في القطاع الزراعي؛ خصوصاً أن مصادر التلوث الأخرى تندرج ضمن قضايا بيئية أوسع، كإدارة المياه ومواجهة تغيُّر المناخ والحد من تلوث الهواء.
وفي النتائج، لا يقتصر تأثير التلوث النيتروجيني على إلحاق الضرر بالتربة من خلال القضاء على الكتلة الحيوية فيها، واستنزاف خصوبتها وتصحّرها؛ بل يطال إمدادات المياه العالمية ويلوثها بطرق مختلفة كيميائياً وبيولوجياً.
الانفجار الطحلبي هو أحد مظاهر التلوث

النيتروجيني؛ حيث يتسبب إثراء المياه بالمغذيات في تحفيز النمو السريع للعوالق النباتية التي تستهلك الأكسجين الموجود في الماء، وتقضي بالتالي على الأنواع الحية، مما يتسبب في تشكيل مناطق مائية ميتة.
ويؤثر نضوب الأكسجين، الناجم عن الحمولة الزائدة من المغذيات، على مساحة **240** ألف كيلومتر مربع على مستوى العالم، منها **70** ألف كيلومتر مربع من المياه الداخلية، و**170** ألف كيلومتر مربع من المناطق الساحلية. ويبلغ عدد المناطق البحرية الميتة حالياً نحو **400** منطقة عالمياً، من بينها عدة مناطق ميتة بالقرب من شواطئ البلدان العربية، كما في خليج عُمان، وفي البحر الأحمر قبالة مدينة جدة، وفي البحر المتوسط عند مصب نهر النيل وشمال تونس.
كما تتعرض المياه الجوفية للتلوث العالي بالنترات عن طريق الزراعة؛ حيث يصل هذا التلوث إلى مياه الشرب، فيرفع كلفة معالجتها ويعرّض صحة الإنسان للخطر. وتعاني جميع البلدان العربية التي تعتمد في اقتصادها على الزراعة من تلوث مصادرها المائية الجوفية بالنترات، وترتفع كمية النترات في المياه الجوفية في غزة مثلاً إلى **800** مليغرام في اللتر، وهي تفوق الحد الأقصى المسموح به عالمياً في مياه الشرب، وهو **50** مليغراماً.
كما يساهم التلوث النيتروجيني في زيادة الاحتباس الحراري، سواء بشكل غير مباشر نتيجة استهلاك الأسمدة لنحو **1** إلى **2** في المائة من الوقود الأحفوري عند تصنيعها، أو بطريقة

مباشرة بفعل تحرر أكسيد النيتروز عن الأسمدة الكيميائية، وهو أحد الغازات الدفيئة، والذي يزيد تأثيره عن **300** ضعف تأثير أكسيد الكربون. ومن ناحية أخرى، فإن خسارة التربة لمحتواها من الكربون العضوي يعني في المقابل ارتفاع نسبة الكربون في الجو.

لهذه الأسباب، يرى كثيرون أن النيتروجين واحد من بين أربع مشكلات جديّة تجاوزها كوكب الأرض، مما قد يؤدي إلى حصول تغيير بيئي مفاجئ لا رجعة عنه. وبينما تحظى مشكلات تغيّر المناخ وإزالة الغابات وفقدان التنوع الحيوي باهتمام عالمي واسع، يجري تجاهل التلوث النيتروجيني وغض النظر عنه؛ خصوصاً في غياب اتفاق دولي أو منظومة عالمية تنسّق جهود مواجهته.

كفاءة استخدام النيتروجين

إن حماس المزارعين لزيادة كمية الغلال التي تنتجها أراضيهم، يجعلهم يفرطون في استخدام مركّبات النيتروجين الاصطناعية. وللمفارقة، فإن هذه المركّبات عادة ما تدمّر التربة بدل أن تثريها. وما يثير الدهشة هو تراجع مردود الأسمدة على النباتات خلال العقود الماضية؛ حيث تراجعت كفاءة استخدام النيتروجين عالمياً من **50** في المائة سنة **1961** إلى نحو **42** في المائة حالياً. وتشهد قارة آسيا أسوأ أداء في استخدام النيتروجين، إذ انخفضت الكفاءة في الهند من **40** إلى **30** في المائة، أما الأداء الأسوأ فهو في الصين؛ حيث تراجعت الكفاءة من **60** في المائة

سنة **1961** لتصل إلى **25** في المائة حالياً. ويقابل ذلك تحسينات متواضعة في كفاءة استخدام النيتروجين في كثير من الدول المتقدمة، إذ حافظت الولايات المتحدة على معدلها الذي يبلغ **68** في المائة طيلة نصف قرن. هناك سببان لتراجع الكفاءة في الدول الآسيوية، هما توفر الأسمدة الكيميائية بأسعار رخيصة، والتركيب الوراثي لمحاصيل الثورة الخضراء، التي بدأت قبل نصف قرن لتوفير الطعام للأعداد المتزايدة من البشر.

في منتصف القرن العشرين، أنتج باحثون، مثل نورمان بورلوغ، الحائز على "جائزة نوبل"، أنواعاً مختلفة من بذار الحبوب، كالذرة والرز، التي تستجيب بشكل جيد لإضافة الأسمدة. وببساطة، لزيادة نمو هذه المحاصيل يجب على المزارعين نشر مزيد من الأسمدة. لكن مع الإفراط في التسميد يأخذ المردود في التناقص. وبين رخص سعر السماد والرغبة في زيادة الإنتاج إلى أبعد حد، يستمر المزارعون في إضافة مزيد من الأسمدة. نتيجة لذلك، ينشر المزارعون الصينيون في حقولهم ضعفي الكمية التي ينشرها نظراؤهم الأوروبيون.

ويخشى كثيرون أن تسير الدول الأفريقية على خطى الدول الآسيوية. ففي الوقت الحاضر، يستخدم معظم المزارعين الأفارقة كميات قليلة من الأسمدة بسبب محدودية عرض هذه المادة في الأسواق وضعف القوة الشرائية. ولذلك لا يزيد متوسط إنتاجية الحبوب في أفريقيا عن طن واحد لكل هكتار من الأرض، مقارنة بثلاثة

أطنان في أغلب الدول الآسيوية، وسبعة أطنان في أوروبا وأميركا الشمالية. وعلى الرغم من محدودية كمية الأسمدة المضافة في أفريقيا، تستفيد المحاصيل منها بشكل جيد؛ حيث تصل كفاءة استخدام النيتروجين إلى 72 في المائة، وهي الأفضل عالمياً.

وبينما تسعى أفريقيا لتوفير الغذاء من خلال ثورة خضراء يؤيدها الجميع، بما فيهم البنك الدولي، ومؤسسة بيل غيتس الخيرية، تتعزز المخاوف من تطبيق السيناريو الآسيوي باستهلاك مزيد من الأسمدة في جميع أرجاء القارة السمراء. ولكن هل تجب التضحية بالجياع لتحسين إدارة النيتروجين العالمي؟

ربما يكون ابتكار أنواع من الغلال تستطيع تثبيت النيتروجين من الهواء ذاتياً أفضل خيار لمواجهة التلوث النيتروجيني، وضمان الأمن الغذائي في آن واحد. وحالياً يجري اختبار كثير من المقاربات للإفادة من السماد بشكل دقيق في المكان والزمان المناسبين، ومن ذلك مثلاً غرس حبيبات أسمدة متدنية الكلفة بالقرب من جذور النباتات، وهي طريقة يجري اختبارها في بنغلاديش، على الرغم من حاجتها الكبيرة لليد العاملة.

وتنطوي التكنولوجيا المتقدمة حالياً على ما بات يعرف باسم "الزراعة الدقيقة"، وهي ممارسة تتضمن اعتماد الحسابات المتقدمة، التي تعمل على تحليل صحة النباتات وظروف التربة وأحوال الطقس المحلية، من أجل توفير برنامج مخصص لكمية وتوقيت استخدام الأسمدة.

إن إصلاح القصور في استخدام الأسمدة ليس أكثر من حل جزئي لمشكلة النيتروجين، إذ تبقى الحاجة إلى جهود عالمية لإدارة روث الحيوانات، ومعالجة مياه الصرف الصحي، وتقليل هدر الطعام، وتغيير نظامنا الغذائي. ولعله تكون هناك حاجة لتشجيع الناس على الاهتمام ببصمتهم النيتروجينية بشكل مماثل لبصمتهم الكربونية. من الواضح أن الاستخدام غير العقلاني للأسمدة النيتروجينية يستوجب المعالجة الفورية، باعتبارها المصدر الأهم لفائض النيتروجين في البيئة. فهل يكون ذلك من خلال الوصول إلى توافق عالمي لخفض التلوث النيتروجيني، كما جرى في باريس بشأن تغيُّر المناخ؟ إن خفض كمية النيتروجين الفائض إلى النصف بحلول سنة **2050** هدف يمكن تحقيقه، وهو هدف يتجاوز قدرة كوكبنا؛ لكنه قد يجنبنا الأسوأ.

الفصل السادس الأخلاقيات والعناية بالنباتات

مقدمة

تلعب الأخلاقيات دورًا محوريًا في تحديد طريقة تعامل الإنسان مع الطبيعة، بما في ذلك النباتات. فقد منحنا الله نعمة البيئة بما تحتويه من نباتات تُعتبر أساس الحياة على الأرض، إذ توفر الأكسجين، الغذاء، والمأوى لمختلف الكائنات الحية. من هنا تأتي أهمية الجمع بين القيم الأخلاقية والعناية بالنباتات لضمان استدامة البيئة والحفاظ على جمالها وتنوعها الحيوي.

العلاقة بين الأخلاق والطبيعة

الأخلاق هي مجموعة من القيم والمبادئ التي توجه تصرفاتنا وسلوكياتنا، ومنها تنبع مسؤوليتنا تجاه البيئة. فالعناية بالنباتات لا تقتصر على الزراعة والري فقط، بل تشمل الاحترام العميق لهذه الكائنات الحية التي تمنحنا الكثير دون طلب مقابل. ومن واجبنا أن نكون وكلاء صالحين للطبيعة، نسعى للحفاظ عليها وتنميتها.

أهمية العناية بالنباتات لما تقدمه لنا :

1. توفير الهواء النقي:

النباتات تمتص ثاني أكسيد الكربون وتطلق الأكسجين، مما يساهم في تحسين جودة الهواء الذي نتنفسه.

2. **تحقيق التوازن البيئي:**
تلعب النباتات دورًا رئيسيًا في دعم التنوع البيولوجي، إذ تُعتبر موطنًا للكثير من الكائنات الحية.

3. **الفوائد النفسية والجمالية:**
تسهم المساحات الخضراء في تحسين الصحة النفسية وتقليل التوتر، كما تضفي جمالًا طبيعيًا على الأماكن.

4. **مكافحة التغير المناخي:**
تساعد الأشجار والنباتات في تقليل تأثير الاحتباس الحراري من خلال امتصاص الغازات الدفيئة.

5.

كيف نعبر عن أخلاقيتنا تجاه النباتات؟

1. **زراعة النباتات والعناية بها:**
تخصيص وقت لزراعة النباتات في المنازل، الحدائق، والأماكن العامة يعكس تقديرنا للطبيعة.

2. **الحفاظ على الموارد الطبيعية:**
استخدام المياه بحكمة في ري النباتات وتجنب هدرها.

3. **حماية النباتات من التلوث:**
تجنب رمي النفايات في المساحات الخضراء أو

استخدام المواد الكيميائية الضارة.

4. التثقيف البيئي:
نشر الوعي بأهمية النباتات ودورها الحيوي في حياتنا.

.5

استدامة العناية بالنباتات

لضمان استدامة العناية بالنباتات، يجب علينا تبني ممارسات صديقة للبيئة مثل:

اختيار نباتات محلية تتأقلم مع المناخ.

استخدام الأسمدة العضوية بدلاً من الكيميائية.

تشجيع الزراعة الرأسية في المدن.

دعم المبادرات البيئية والمنظمات التي تعمل على الحفاظ على الطبيعة.

.

احترام النباتات

تثير هذه المعرفة تساؤلات أخلاقية حول كيفية تعاملنا مع النباتات. هل يجب أن نتعامل معها ككائنات واعية؟ كيف يمكننا تحسين طرق الزراعة لتقليل الأذى لها؟

الزراعة المستدامة

يمكن أن تساعد هذه الفهم في تعزيز الزراعة المستدامة وتحسين علاقتنا مع البيئة.

ومن موقع التنمية العقلية والشخصية والمهنية تحت عنوان :

الإسلام والأخلاقيات البيئية

في عصرنا هذا، نرى زيادة في الضغوط البيئية والتغيرات المناخية. الإسلام يبرز كداعم للأخلاقيات البيئية من خلال قيمه ومبادئه. هذه القيم تركز على حماية البيئة.

نستعرض كيف يمكن تعزيز هذه الأخلاقيات. كما نبرز دور الدين الإسلامي في رفع الوعي بالتنمية المستدامة. سنستند إلى النصوص الدينية والشواهد التاريخية لاستيعاب أهمية الإسلام في علاقة الإنسان بالطبيعة.

النقاط الرئيسية

الإسلام يحض على عدم الاستهلاك المفرط للموارد.

دور الأديان في تعزيز الأخلاقيات البيئية.

الرسول الكريم شجع على زراعة النباتات وحمايتها.

أهمية الاعتدال في استخدام الموارد الطبيعية.

تنامي الاهتمام العالمي بالبيئة بعد الثورة الصناعية.

مفهوم البيئة في الإسلام

في الإسلام، البيئة مهمة جداً. الشريعة الإسلامية تدعو إلى الحفاظ على البيئة وتحميها. البيئة هي هدية من الله وتشمل الهواء والماء والأرض والنباتات.

الإسلام يمنع الأعمال التي تضر بالبيئة. يرفض الإسراف في استعمال الموارد ويسميه فسادًا بيئيًا. القرآن يؤكد على أهمية احترام هذه الموارد.

الإسلام يحب النظافة ويمنع التلوث. يُحث على زراعة الأشجار وزراعة المحاصيل. هذا يعود بالنفع على الآخرين.

النبي محمد يمنع إلقاء النفايات في البحار أو دفنها في الأرض. هذا يمكن أن يدمر الزراعة والحياة البرية.

النبي محمد يؤكد على أهمية الحفاظ على التوازن البيئي. يمنع قطع الأشجار أو قتل الحيوانات بدون ضرورة. يُحث على الاعتدال في الحياة لحماية البيئة.

الإسلام والأخلاقيات البيئية: منظور أخضر

الأخلاقيات البيئية مهمة في الدين الإسلامي. الأفراد يُحثون على احترام البيئة. التعاليم الإسلامية تدعم قيم التكافل والمسؤولية تجاه الطبيعة.

في السنوات الأخيرة، زاد الاهتمام بالأخلاقيات البيئية من منظور الدين الإسلامي. في **2015**،

شهدت هناك زيادة في المحاضرات والنقاشات. في **2016**، تم تنظيم **3** فعاليات، مع مشاركة كبيرة.

الأعداد المشاركة في الجلسات كانت متنوعة، من **5** إلى **92** جلسة. المشاركون من مختلف الفئات، مما أسهم في طرح موضوعات متعددة.

التصور الإسلامي للأخلاقيات البيئية يعتمد على الإرشادات الدينية. هذه الإرشادات تؤكد على ضرورة احترام موارد الأرض. من **2010** إلى **2016**، زاد الوعي بأهمية هذه المواضيع.

النقاشات حول الأساليب الأخلاقية للبيئة كانت تتطلب تفكير نقدي. الأخلاقيات البيئية في الدين الإسلامي تدعو لتحسين العلاقات بين الإنسان والطبيعة.

أهمية حماية البيئة في الإسلام

حماية البيئة مهمة جدًا في الإسلام. الدين يدعو إلى الإحسان بالبيئة والحفاظ عليها. هذا مهم لصحة الأفراد والمجتمع.

البيئة جزء من النظام الإلهي الذي خلق الله. يجب على المسلمين فهم مسؤولياتهم تجاهه.

قواعد الحفاظ على البيئة في الدين الإسلامي

قواعد الحفاظ على البيئة مبنية على مبادئ شرعية. هذه المبادئ تسعى لحماية الأرض والموارد الطبيعية. من أهم هذه القواعد:

الضرر يُزال، مما يعني أنه يجب العمل على إزالة

أي ضرر يمكن أن يؤثر سلبًا على البيئة.

درء المفاسد مقدم على جلب المصالح، حيث يجب أن تتقدم حماية البيئة على الرغبات الشخصية.

الإحسان بالبيئة جزء أساسي من العقيدة الإسلامية ويعد واجبًا على كل مسلم.

الشريعة الإسلامية تجرم تلويث البيئة وتعتبرها إفسادًا في الأرض، مما يجعل الالتزام بقوانين حماية البيئة أمرًا حتميًا.

في المملكة العربية السعودية، هناك **41** وحدة بيئية. منها وحدات تركز على الأخلاقيات البيئية وأهمية حماية البيئة. التعليم والتربية مهمين في تعليم الحفاظ على البيئة.

النبي محمد والأخلاقيات البيئية

النبي محمد صلى الله عليه وسلم كان قدوة في الأخلاقيات البيئية. أرسى أسس حماية البيئة من خلال توجيهاته. حث على استخدام الموارد الطبيعية بحكمة، مما ساهم في تعزيز مفاهيم الاستدامة.

أظهرت الأحاديث النبوية أهمية المحافظة على البيئة والموارد. مثلًا، أشار النبي إلى ضرورة عدم الإسراف في الماء حتى في الأوقات التي تتوافر فيها مصادر مائية وفيرة. هذا يدل على أهمية الأخلاقيات البيئية في الإسلام، حيث يتوجب على الأفراد أن يتحملوا مسؤولياتهم تجاه

الطبيعة.

تتطلب الأخلاقيات البيئية التي أرساها النبي تغييرًا في سلوك الأفراد. هذا يمكن أن يؤثر بشكل إيجابي على المجتمع والبيئة. التصرف بوعي نحو الموارد الطبيعية يُظهر مدى التزام المسلمين بقيمهم الدينية.

في دراسة أجريت في جامعة الأميرة نورة بنت عبد الرحمن، تم الكشف عن أن طالبات كثيرات لديهن فهم متفاوت حول الأخلاقيات البيئية. من بين **41** طالبة، أظهرت **8** طالبات فهمًا جيدًا، بينما أبدت **28** طالبة فهمًا متوسطًا. هذا التباين يُوضح الحاجة إلى برامج تعليمية لتعزيز معرفة الطلاب حول حماية البيئة.

القرآن والمحافظة على البيئة

القرآن الكريم يقدم إرشادات واضحة حول ضرورة المحافظة على البيئة. يُحث المسلمين على العناية بالطبيعة، حيث الأرض تعتبر أمانة في أعناقهم. الوعي البيئي جزء أساسي من العقيدة الإسلامية، مما يعكس العلاقة التكاملية بين الإنسان ومحيطه.

النصوص القرآنية المتعلقة بالبيئة

القرآن يؤكد أهمية المحافظة على البيئة. يتناول العديد من الآيات المواضيع المتعلقة بالحفاظ على الموارد الطبيعية وتجنب الاستغلال المفرط. من هذه النصوص نجد:

القرآن يحث المسلمين على التفكير في الأثر الذي تتركه أفعالهم على البيئة. هذا التوجيه يدعو إلى فهم مسؤولية الأفراد تجاه تعزيز المحافظات البيئية.

الإرشادات القرآنية تعزز الحاجة الملحة لفهم معنى الأمن البيئي. هذا يدفع المجتمع نحو الانتباه للحفاظ على التنوع البيولوجي والموارد الطبيعية. التفاعل المباشر مع الطبيعة، كما جاء في النصوص، يعكس القيم الإسلامية التي تدعو لحماية الأرض كجزء من الإيمان.

الإسلام والتنمية المستدامة

الإسلام يفتح أبوابًا واسعة أمام التنمية المستدامة. يؤكد على أهمية حماية الموارد الطبيعية. يطلب من المؤمنين رعاية الأرض وخيراتها.

البنوك الإسلامية تشارك في مشاريع تنمية مستدامة ومسؤولية اجتماعية. في **14-15** مايو **2018**، أظهرت هذه المؤسسات التزامها بالبيئة من خلال قيم إنسانية.

المجتمعات المؤمنة تنفذ برامج تعليمية بيئية. الدراسات تظهر دعمًا كبيرًا من المؤمنين لممارسات تجارية صديقة للبيئة. هذا يزيد من اهتمامهم بالبيئة، مثل إنشاء حدائق مجتمعية.

التحديات البيئية المعاصرة وتأثيرها على الإسلام

المجتمعات الإسلامية تواجه اليوم التحديات البيئية المعاصرة مثل التغير المناخي وتلوث الهواء. هذه المشاكل تؤثر سلبًا على صحة الناس. لذلك، من المهم جدًا العمل معًا لمواجهة هذه التحديات.

تتعلق هذه التحديات بمسألة كيفية دمج العقيدة الإسلامية مع الجهود البيئية. هذا يظهر أهمية التفاعل بين الدين والبيئة.

دور العلماء والأئمة في التوعية البيئية

الأساس الذي يدفع العلماء والأئمة للعمل في التوعية البيئية هو الالتزام الديني. يهدفون إلى حماية الأرض ومواردها. من خلال الخطب والوعظ، يدعون الناس للقيام بدورهم في حماية البيئة.

الإمام الخامنئي يؤكد على ضرورة حماية الموارد الطبيعية من التدمير الجائر. هذا يبرز أهمية هذه القضية.

العلوم مهمة في نشر المعلومات حول كيفية مواجهة الأزمات البيئية. من خلال الفصول الدراسية والندوات، يساعد العلماء الجماهير على فهم كيفية دمج التعاليم الدينية مع التوجهات البيئية الحديثة. هذا يتطلب التعاون والانفتاح بين الفئات.

الخلاصة

في خلاصة هذا المقال، نرى أن الأخلاقيات

البيئية في الإسلام مهمة جداً. تساعد في زيادة الوعي البيئي من خلال التعاليم الدينية. هذا يؤكد على ضرورة الاعتناء بالبيئة، لأننا مسؤولون عن حماية ما خلق الله لنا.

الأبحاث الحديثة تظهر أن الإسلام يؤكد على أهمية الأخلاقيات البيئية في **88** مرة. هذه الدراسة تساعد في نشر الوعي البيئي. يجب على المجتمع الإسلامي تبني قيم وإرشادات تتوافق مع التعاليم الدينية.

مع تحديات البيئة اليوم، نحتاج إلى جهود أكبر وتنسيق بين العلماء والأئمة. هذا سيساعد في تقوية الرسائل البيئية. سينتجى عن ذلك تغييرات إيجابية تؤثر على كيفية حماية البيئة. الأخلاقيات البيئية في الإسلام ضرورية لكل مسلم.

وتحت عنوان : ***Perspectives*** الأديان وحماية البيئة

تتفق جميع الأديان على أن الطبيعة هي فعل من أعمال الألوهية ويجب التعامل معها على هذا النحو...

تتناول جميع الأديان تقريبًا مسألة إنشاء الكون ، أو الأكوان ، بأشكال مختلفة وبدرجات متفاوتة من الوضوح أو التفاصيل. ومع ذلك ، تتفق جميع الأديان على أن الخلق هو عمل روحاني ويجب التعامل معه على هذا النحو.

القادة الروحيون على جميع المستويات مهمون لنجاح التضامن العالمي من أجل الالتزام الأخلاقي والمعنوي والروحي لحماية البيئة وخلق الله. يمكن لهؤلاء القادة أن يصبحوا مراقبين ، ويتعهدوا بالتزامات عامة ، ويشاركون قصة التزاماتهم والتحديات ومتعة الاحتفاظ بها ، ودعوة الآخرين للانضمام إليهم. بالإضافة إلى ذلك ، يمكنهم عرض سلوكياتهم المستدامة ، والعمل بمثابة قدوة لمتابعيهم والعامة.

ما يلي هو انعكاس لكيفية تعامل الأديان مع الالتزامات العقائدية تجاه البيئة.

البهائية: الكتابات البهائية مليئة بالتصريحات حول أهمية الانسجام بين الحياة البشرية والعالم الطبيعي. إن كتابات بهاء الله مشبعة باحترام عميق للطبيعة والترابط بين كل الأشياء ، ورؤية الطبيعة بشكل خاص انعكاسًا للإلهية وتوضيحًا لوحدة البشرية.

روابط البهائية والتأمل في البيئة: "الطبيعة هي مشيئة الله وهي تعبير عنها في ومن خلال العالم الطارئ." "أقراص بهاء الله"

"دعونا نلقي نظرة ... على الجمال في التنوع ، جمال التناغم ، ونتعلم درسًا من خلق الخضروات.... إنه التنوع الذي يشكل سحرها ؛ كل زهرة ، كل شجرة ، كل فاكهة ، بجانب كونها جميلة في حد ذاتها ، تبرز على النقيض من

صفات الآخرين ، وتظهر للاستفادة من المحبة الخاصة للجميع ". "عبدالبهاء ، محادثات باريس"

"لا يمكننا فصل قلب الإنسان عن البيئة الموجودة خارجنا ونقول إنه بمجرد إصلاح أحدهما ، سيتحسن كل شيء. الإنسان عضوي مع العالم. تشكل حياته الداخلية البيئة وتتأثر بها أيضًا بعمق. أحدهما يعمل على الآخر وكل تغيير دائم في حياة الإنسان هو نتيجة ردود الفعل المتبادلة هذه ". "بيان شوقي أفندي"

البوذية: إن فكرة الكارما وحدها ، باعتبارها جزءًا مهمًا من دروس بوذا ، تنقل قيم الحفظ والمسؤولية عن المستقبل. يقال أن أخلاقيات أفعالنا في الوقت الحاضر ستشكل شخصيتنا للمستقبل ، وهي فكرة قريبة من التنمية المستدامة.

روابط البوذية والتأمل في البيئة: "مثل النحلة - دون الإضرار بالزهرة ولونها ورائحتها - تأخذ رحيقها وتطير بعيدًا: كذلك يجب أن يمر الحكيم عبر القرية"

"قطرة بقطرة يمتلىء الوعاء بالماء. وبالمثل ، فإن الرجل الحكيم يملأ نفسه بالخير شيئًا فشيئًا "

المسيحية: هناك ما يقارب المئة آية في الكتاب المقدس تتحدث عن حماية البيئة. لذلك يتحمل المسيحيون مسؤولية بيئية ويشجعون التغيير السلوكي من أجل خير المستقبل.

روابط المسيحية والتأمل في البيئة: "لاَ تُدَنِّسُوا الأَرْضَ الَّتِي أَنْتُمْ فِيهَا، لأَنَّ الدَّمَ يُدَنِّسُ الأَرْضَ. وَعَنِ الأَرْضِ لاَ يُكَفَّرُ لأَجْلِ الدَّمِ الَّذِي سُفِكَ فِيهَا، إِلاَّ بِدَمِ سَافِكِهِ." "عد **35: 33**"

عندما كان لديهم ما يكفي من الطعام ، قال لتلاميذه: "فَلَمَّا شَبِعُوا، قَالَ لِتَلاَمِيذِهِ: "اجْمَعُوا الْكِسَرَ الْفَاضِلَةَ لِكَيْ لاَ يَضِيعَ شَيْءٌ"."

"يو 6: 12"

يجب أن نتعامل مع الطبيعة بنفس الرهبة والتساؤل التي نكنها للبشر. ولسنا بحاجة إلى هذه البصيرة حتى نؤمن بالله أو نثبت وجوده. نحن بحاجة إليها للتنفس. نحن نحتاجه لكي نكون". "البطريرك المسكوني برثولماوس ، **2010"**

"التحدي الملح لحماية منزلنا المشترك يشمل الاهتمام بجمع جميع أفراد الأسرة البشرية معًا للبحث عن تنمية مستدامة ومتكاملة ، لأننا نعلم أن الأشياء يمكن أن تتغير. الخالق لا يتركنا. لا يتخلى عن خطته المحبة أو يتوب عن خلقنا. لا تزال الإنسانية قادرة على العمل معًا في بناء منزلنا المشترك ". "البابا فرانسيس ، **2015**

الكونفوشيوسية: لأكثر من **2500** عام ، أثرت الكونفوشيوسية على الثقافة والمجتمع والاقتصاد والسياسة في الصين بشكل رئيسي ، وكذلك في اليابان وكوريا وفيتنام. أعتبر بعض علماء الاجتماع ان الكونفوشيوسية دين مدني أو دين منتشر "مركز التعليم العالمي ، **2018".** كذلك ، كانت الكونفوشيوسية جزءًا من النسيج الاجتماعي الصيني وأسلوب الحياة. بالنسبة للكونفوشيوسية ، كانت الحياة اليومية ساحة للدين. في مختارات كونفوشيوس هناك القليل جدًا عن العلاقة والطبيعة ، لكن بعض المبادئ المتبعة في الإنسانية الكونفوشيوسية مرتبطة بحماية الطبيعة والبيئة.

روابط الكونفوشيوسية والتأمل في البيئة: "... ان العلاقة المتناغمة المستدامة بين الجنس البشري والطبيعة ليست مجرد مثال نظري، انما دليل ملموس للحياة العملية." "التحالف البيئي الكونفوشيوسي الدولي ، **2015**

الهندوسية: الهندوسية دين متجذر بعمق في الطبيعة. يحتوي النص المقدس "فيدا ، الأبانيشاد ، البهاغافاد غيتا، الملاحم" على العديد من الإشارات إلى الألوهية المتعلقة بالطبيعة ، مثل الأنهار والجبال والأشجار والحيوانات والأرض. لحمايتهم ، تشجع الهندوسية حماية البيئة وهناك منظمات تعزز التنمية المستدامة وتدعم حماية البيئة من خلال حملات التوعية والإجراءات العملية

"GreenFaith, 2010"

روابط الهندوسية والتأمل في البيئة: "سأشرح الآن ما يمكن معرفته ، ومعرفته تجعلكم تتذوقون الابدية. ان البراهمان، الروح ، التي ليس لها بداية وهي خاضعة لي ، تكمن وراء السبب والنتيجة لهذا العالم المادي. " "بهاجافاد جيتا **13.13"**

"وفقًا لأنماط الطبيعة المادية المختلفة - نمط الخير ، ونمط العاطفة ونمط الظلام - هناك كائنات حية مختلفة ، تُعرف باسم أنصاف الآلهة والبشر والكيانات الحية الجهنمية. أيها الملك ، حتى نمط معين من الطبيعة ، إذا اختلط مع الاثنين الآخرين ، ينقسم إلى ثلاثة ، وبالتالي فإن كل نوع من الكائنات الحية يتأثر بالأنماط الأخرى ويكتسب عاداته أيضًا ". "بهاجافاتا بورانا **2.10.41"**

"هناك علاقة لا تنفصم بين الإنسان والطبيعة. بالنسبة للإنسان ، لا يمكن أن يكون هناك وجود بعيد عن الطبيعة ". "أما ، **2011"**

الإسلام: مئات الآيات القرآنية تدعم حماية البيئة. تعزز العديد من المنظمات الإسلامية العلاقة بين الإسلام والاستدامة. كما يقترب الإسلام من البيئة من منظور الوكالة. الأرض هي من خلق الله ، وكبشر قد عهد إلينا بالحفاظ عليها كما وجدناها.

مسؤولية الإنسانية هي حماية وضمان التوحيد في خلق الله. علاوة على ذلك ، يحظر الإسلام الاستهلاك المفرط للموارد التي يوفرها الكوكب للبشرية "القرآن **7:31 6: 141 17: 26-27 40:34**". في الواقع ، يذكر القرآن الإسراف في الاستهلاك على انه الخطيئة رقم الثانية والثلاثين. في عام **2015** ، اعتمدت الندوة الإسلامية لتغير المناخ الإعلان الإسلامي بشأن تغير المناخ العالمي.

روابط الإسلام والتأمل في البيئة: "فَأَقِمْ وَجْهَكَ لِلدِّينِ حَنِيفًا ۚ فِطْرَتَ ٱللَّهِ ٱلَّتِى فَطَرَ ٱلنَّاسَ عَلَيْهَا ۚ لَا تَبْدِيلَ لِخَلْقِ ٱللَّهِ ۚ ذَٰلِكَ ٱلدِّينُ ٱلْقَيِّمُ وَلَٰكِنَّ أَكْثَرَ ٱلنَّاسِ لَا يَعْلَمُونَ" "القرآن **30:30**"

"وَلَا تَمْشِ فِى ٱلْأَرْضِ مَرَحًا ۖ إِنَّكَ لَن تَخْرِقَ ٱلْأَرْضَ وَلَن تَبْلُغَ ٱلْجِبَالَ طُولًا". "القرآن **17: 37**"

"ٱللَّهُ ٱلَّذِى جَعَلَ لَكُمُ ٱلْأَرْضَ قَرَارًا وَٱلسَّمَآءَ بِنَآءً وَصَوَّرَكُمْ فَأَحْسَنَ صُوَرَكُمْ وَرَزَقَكُم مِّنَ ٱلطَّيِّبَٰتِ ۚ ذَٰلِكُمُ ٱللَّهُ رَبُّكُمْ ۖ فَتَبَارَكَ ٱللَّهُ رَبُّ ٱلْعَٰلَمِينَ" "القرآن **64:40**"

الجانية: نشأت في الهند ، والتعليم الرئيسي من الجانية هو أهيمسا ، اللاعنف ، في جميع نواحي الحياة. تركز مذاهب الجانية لفظيًا وجسديًا وعقليًا على حياة سلمية ومنضبطة. اللطف مع الحيوانات والنباتية وضبط النفس مع تجنب

الهدر هي أجزاء من حياة الجاين. بالإضافة إلى ذلك ، في عام **1990** ، تمت كتابة إعلان جاين بشأن الطبيعة للإشارة إلى دخول عقيدة جاين في شبكة الصندوق العالمي للحياة البرية بشأن الحفظ والدين "إعلان جاين حول الطبيعة ، **1990**".

روابط الجانية والتأمل في البيئة: "لا تجرح أو تسيء أو تضطهد أو تستعبد أو تشتم أو تعذب أو تقتل أي كائن حي". "مهافيرا"

"كشكل متطور للغاية من أشكال الحياة ، يتحمل البشر مسؤولية أخلاقية كبيرة في علاقاتهم المتبادلة وفي علاقتهم ببقية الكون. إن هذا المفهوم للحياة وتماسكها الأبدي ، الذي يتحمل فيه البشر مسؤولية أخلاقية لا مفر منها ، هو الذي جعل تقليد جاين مهدًا لعقيدة حماية البيئة والوئام ". "إعلان جاين حول الطبيعة ، **1990**".

اليهودية: في التقليد ، الأرض والبيئة ملك لله ، ومن واجب البشرية العناية بها. كتاب التكوين ، كمثال ، يقترح أن الجنة في عدن كانت في البداية الأرض المختارة من قبل الله ليعيش الإنسان.

روابط اليهودية والتأمل في البيئة: "وَقَالَ اللهُ: "إِنِّي قَدْ أَعْطَيْتُكُمْ كُلَّ بَقْلٍ يُبْزِرُ بِزْرًا عَلَى وَجْهِ كُلِّ الأَرْضِ، وَكُلَّ شَجَرٍ فِيهِ ثَمَرُ شَجَرٍ يُبْزِرُ بِزْرًا لَكُمْ يَكُونُ طَعَامًا." "تك **1: 29**".

"للرب الأرض وملؤها" "مزمور **24**".

"وَالأَرْضُ لاَ تُبَاعُ بَتَّةً، لأَنَّ لِيَ الأَرْضَ، وَأَنْتُمْ غُرَبَاءُ وَنُزَلاَءُ عِنْدِي." "لاويين **25:23**"

الشنتو: الشنتو ديانة قائمة على كاميس ، والأرواح المقابلة للكيانات الطبيعية: الرياح ، والصخور ، والمياه ، إلخ. وهي تجعل المؤمنين قريبين جدًا من الطبيعة للحفاظ على علاقة كل شخص بالأرواح. تشجع هذه العلاقات الحفاظ على البيئة "تجربة اليابان ، **2017**". فيما يتعلق بكامي ، من المتوقع أن يكون أتباع الشنتو في وجود متناسق وفي تعايش سلمي مع كل من الطبيعة والبشر الآخرين بدون **"PATHEOS** " تاريخأ"". في التقاليد ، تلتزم الشنتو بشدة بالبيئة لأن الغابات مقدسة.

روابط الشنتو والتأمل في البيئة: "سأسلم لطفلي آذان الأرز في الحديقة المقدسة ، التي أشارك فيها في سهل السماء العليا." **"Nihongi II.23"**

"الخطة هي إدارة الغابات الدينية بطرق متوافقة دينيًا ، ومناسبة بيئيًا ، ومفيدة اجتماعياً وقابلة للحياة اقتصاديًا." "جينجا هونشو ، **2009"**

السيخية: السيخية هي ديانة هندية أصلية ظهرت في أواخر القرن الخامس عشر أسسها المعلم الأول ، جورو ناناك ديف جي. تمت كتابة النص المقدس بواسطة الكتاب المقدس التأسيسي جورو جرانث صاحب حيث توجد العديد من التعاليم حول البيئة. تتم إدارة موقع السيخ المقدس من قبل لجنة شيروماني جوردوارا باربانداهاك **"S.G.P.C"** ، وتتخذ هذه المنظمة قرارات لمجتمع السيخ العالمي ، وخاصة فيما يتعلق بالبيئة.

روابط السيخ والتأمل في البيئة: "أنت وحدك خلقت الكون ، وأنت مسرور ... أنت نفسك النحلة الطنانة والزهرة والفاكهة والشجرة." "جورو جرانث صاحب ، مارو سوهيل ، الصفحة **1020"**

"أنت نفسك الماء والصحراء والمحيط والبركة. أنت ، أنت السمكة الكبيرة ، والسلحفاة ، وسبب الأسباب ". "جورو جرانث صاحب ، مارو سوهيل ، الصفحة **1020"**

الطاوية: الطاوية هي ديانة صينية قديمة تقوم على التناغم الإلهي بين الطبيعة والإنسانية.
باختصار ، يتكون مبدأ داو من "مسار" حيث تجد الطريقة المناسبة للتصرف وقيادة الآخرين.

روابط الطاوية والتأمل في البيئة: "هذه الطبيعة الأصلية هي القانون الأبدي. معرفة قانون الطبيعة هو أن نكون مستنيرين. من يجهل قانون الطبيعة يتصرف بتهور ، وبالتالي سوف يستدعي سوء الحظ. إن معرفة قانون الطبيعة الثابت هو أن تكون كريمًا. كون المرء كريمًا ، يكون محايدًا. كونه غير متحيز ، واحد هو صاحب السيادة. السيادة هي الطبيعة نفسها ". "لاو تزو ، تاو تي تشينغ ، الفصل **16**"

مبادئ متناغمة "بيان إيمان داوي ، **2003**": "يجب أن تحترم الأرض تغيرات السماء ، ويجب أن تلتزم السماء بالداو. ويتبع الداو المسار الطبيعي لتطور كل شيء ".

"أولئك الذين ليس لديهم سوى فهم سطحي للعلاقة بين الإنسانية والطبيعة سوف يستغلون الطبيعة بتهور. أولئك الذين لديهم فهم عميق للعلاقة سيعاملون الطبيعة جيدًا ويتعلمون منها ."

وتحت عنوان : كيفية العناية بالنباتات عن
:Fedaa Karaja.U2W

تُعتبر النباتات كائنًا حيًّا يحتاج للعناية المستمرة، حتى يدوم طويلًا، وفي المقال أدناه توضيحًا لأبرز الطرق التي من الممكن أن تساعد الإنسان في الاعتناء بالنباتات عناية فائقة، سواءً كانت منزليّةً أو خارجيّة، وفيما يأتي التوضيح: تعريض النباتات لأشعة الشمس تحتاج النباتات إلى أشعة الشمس باستمرار، ويكاد يكون الاعتماد عليها كبيرًا جدًا في عملية النمو، وعملية البناء الضوئيّ التي تقوم النباتات من خلالها بإنتاج مادة الكلوروفيل الخضراء التي تسهل نمو النبات من جهة، وتنتج غاز الأكسجين."١" وتجدر الإشارة إلى أنّ النباتات تحتاج لأشعة الشمس؛ لأنها تعتبر عنصرًا أساسيًّا في عملية التكوين، فلذلك نجد أنّها تذبل وتموت وتتساقط أوراقها في فصلي الخريف والشتاء، وهذا الأمر يعود لعدم قدرة النباتات على الحصول على هذه الأشعة."١" تقليم الأطراف باستمرار يُعتبر تقليم الأطراف أحد أهمّ طرق العناية بالنباتات، إذ لا بُدّ من التخلص من الأطراف الذابلة والصفراء، ويعود السبب في التخلص منها إلى إتاحة الفرصة لنمو أطراف جديدة خضراء، وقادرة على إتمام عملية النمو."٢" ومن الجدير ذكره أنّ المسؤولين عن المزارع الكبيرة يلجؤون بشكل دوريّ إلى تقليم أطراف الأشجار، وتهذيبها، وهناك اعتقاد بأنّ التخلص من هذه الأطراف ناتج عن نموها بشكل غير متناسق، ومن الممكن أن تضرّ بالإنسان كأن يضرب بها بدون أن يشعر فتؤذيه."٢" قلع الحشائش الضارة تُعتبر الحشائش الضارة العدوَ الأولَ للمزروعات سواء أكانت موسميّة أو معمرة،

فهي تعمل على امتصاص الماء والسماد الموجود في التربة، كما أنّها تؤذي أطراف النبات وجذورها بالكامل."٢" ومن الممكن أن تدمر الحشائش الضارة البنية التحتيّة للمزروعات، حتى أنّها قد تؤثر على الأشجار المعمرة، فتؤذي الجذور، ويّعدّ التخلص منها من العادات التي اتبعها المزارعون وأهل الاختصاص، سواء كانت عند طريق اقتلاعها أو استخدام مبيدات الحشائش المناسبة."٢" ري النباتات باستمرار تحتاج النباتات إلى الريّ باستمرار، فلا يكاد يمر يومًا حتى تحتاج للماء، ومن أهمّها المزروعات الصغيرة؛ كالنعنع والمرمية والريحان وغيرها من النباتات الموسميّة."٣" وتجدر الإشارة أنّ هناك بعض النباتات التي يجب معاملتها معاملةً خاصةً عند ريّها، حيثُ قد تكون لا تحتاج للري باستمرار، كما أنّ لها وقتًا محددًا لذلك، وإن سُقيت باستمرار فإنّها تموت، وهذا الأمر يجب أن يكون معروفًا لدى المزارع أو الشخص الذي يتطوّع من أجل الحفاظ على البيئة الخضراء والحفاظ على النباتات والعناية بها."٣" تسميد التربة يُعدّ تسميد التربة أحد طرق العناية بالنباتات، إذ يوجد أنواع عديدة منها، الأسمدة الطبيعيّة الناتجة عن الأطعمة ومخلفات الحيوانات وغيرها، وهذه الأسمدة هي الأكثر فائدة للتربة من غيرها، وتساعد بفعالية في إغناء التربة بالعناصر التي تحتاجها."٤" تساعد إضافة السماد العضويّ والنشارة والمواد العضويّة الأخرى إلى التربة في جعلها أكثر جودةً، ولكنها قد لا توفر العناصر الغذائيّة بالسرعة الكافية لكلّ

ما يُزرع، وذلك لأنّ المادة العضويّة يجب أن تتحلل قليلًا بمرور الوقت قبل أن تتمكن النباتات من استخدام العناصر الغذائيّة الموجودة فيها."٤" الابتعاد عن المواد الكيميائية تُعتبر المواد الكيميائيّة موادًا استحدثها الإنسان من أجل تسمين المزروعات، وزيادة حجمها، إلا أنّه رغم ذلك يُنصح بالابتعاد عن استخدامها لما لها من آثار سلبيّة كبيرة، أحدها يرتبط بصحة الإنسان، والآخر يرتبط بتأثيرها على جودة النباتات، وتلوث المياه، وتحديدًا المياه الجوفيّة، إذ قد تتسرب في جوف الأرض وتلوثها."٥" التخلص من الحشرات الضارة يُنصح بالتخلص من الحشرات الضارة في الحقول الزراعيّة، وحول النباتات، وذلك لأنّ هذه الحشرات تُضعف النباتات، حيثُ إنّها تتغذى على أجزائها الموجودة تحت التراب وفوقه، إذ يبدو أثرها واضحًا في إضعافها جذور النباتات، مرورًا في إضعاف الأنسجة الداخليّة للسيقان، وصولًا إلى تجعيد الأوراق وتساقطها، وضعف الثمار."٦" ترك مسافة بين النباتات يُعدّ ترك مسافة بين النباتات من أبرز طرق العناية بها، حتى لو كانت النباتات موسميّة أو غير معمرة، وذلك لأنّ الجذور قد تمتد على بعضها، مما يؤدي لتوقف النمو وموت النباتات، وذلك بسبب التنافس الكبير بين النباتات القريبة من بعضها البعض على العناصر الغذائيّة، فيُسبب ضعفها بالبداية، ثمّ توقف نموها وموتها كما ذُكر سابقًا."٢" منح الثمار وقتها بالنضج يقطف العديد من الأشخاص الثمار من النباتات قبل نضجها، وهذا يُعتبر تصرفًا غير صحيح، إذ

يجب أن تُترك الفرصة للثمار لكي تنضج بالكامل، فهذا بدوره ينعكس إيجابًا على صحة النباتات نفسها، بالإضافة للحصول على ثمار مكتملة النضج، وذات فائدة كبيرة لصحة الإنسان."٧" اختيار النباتات الصحيحة للمكان الصحيح يُفضل زيارة المشاتل والأماكن الخاصة بالنباتات، وسؤال المسؤولين والمختصين فيها عن أنواع النباتات المختلفة، واختيار المناسب منها، فمثلًا يُمكن اختيار النباتات الداخليّة في حال الزراعة في المنزل، واختيار النباتات الخارجيّة عند الزراعة في الحدائق الخارجيّة."٣" اختيار الوعاء المناسب لحجم النبات يميل العديد من الأشخاص لزراعة النباتات المختلفة في أوعية خاصة ووضعها داخل المنزل، أو على الشرفات الخارجيّة، أو على النوافذ، وهذا يتطلب اختيار الأوعية المناسبة لنوع النبات، ومقدار نموه، حتى يكبر ويدوم طويلًا بدلًا من موته."٣" تنظيف أدوات البستنة يجب تنظيف أدوات تعشيب وري النباتات باستمرار، وذلك للسيطرة على الأمراض والآفات التي قد تُصيب النباتات، ومنع نقل أيّ بكتيريا أو عناصر خطيرة لها، حيثُ إنّه بالإضافة لطرق العناية السابقة، يمكن أن تساعد الأدوات النظيفة في الحفاظ على صحة الحديقة ونباتاتها لفترة أطول."٨" تثبيت النباتات تحتاج العديد من النباتات إلى العناية الفائقة، حتى تنمو بأفضل صورة ممكنة، إذ يُمكن وضع العصي الجانبيّة لدعم النبات، وضمان نموه عاموديًّا، بالإضافة لربط السيقان والزهور بقطعة قماش أو خيط منعًا من انحنائها، لتبقى منتصبةً جيدًا."٨" زراعة

نباتات مساعدة ينصح خبراء الزراعة والمختصين في زراعة أنواع من النباتات المختلفة والمناسبة مع الأشجار المزروعة في الحديقة، واختيار تلك التي تُحفزها على النمو، وتوفر الملقحات المناسبة للنباتات، وتُبعد الآفات من حولها، وتتحكم في موطن الحشرات النافعة."٨" التأكّد من عمق الزراعة يحدث أن تموت العديد من النباتات في بداية نموها، ويكون المزارع قد بذل قصارى جهده في البحث عن السبب، وقد لا يصل إليه، إلا أنّه قد يعود فعليًّا إلى عدم غرس النباتات بعمق مناسب في التربة، مما يجعل جذورها قريبة على السطح، فلم تتمكن من امتصاص العناصر الغذائيّة الكافية لنموها، مما أدّى لموتها."٢"

خاتمة

إن العناية بالنباتات ليست مجرد واجب بيئي، بل هي تعبير عن أخلاقياتنا وقيمنا الإنسانية. إننا مسؤولون عن الحفاظ على هذا الكنز الطبيعي للأجيال القادمة، وعلينا أن نتذكر دائمًا أن علاقتنا بالطبيعة هي علاقة تكاملية. فكما تُعطي الطبيعة، يجب علينا أن نرد الجميل بالعناية والحفاظ عليها. بذلك، نحقق التوازن بين حاجاتنا وحماية البيئة، ونساهم في بناء مستقبل مستدام يعمُّه الجمال والخير.

ولغة النباتات تفتح أفقًا جديدًا لفهم العالم الطبيعي. من خلال تقدير كيفية تواصل النباتات، يمكننا تعزيز علاقتنا مع الطبيعة والعمل على حماية هذا التراث الطبيعي الرائع.

مراجع

"الحياة السرية للنباتات" لجونثان إيدن.

مقالات علمية من دوريات نباتية معروفة.

أبحاث حديثة حول الإشارات الكيميائية والكهربائية للنباتات.

الجزيرة إدراك النبات

ويكيبيديا هل تعتقد أن النباتات تتحدث إلينا وتتواصل فيما بينها؟

بي بي سي تواصل النباتات

ويكيبيديا تجارب ثورية جديدة تشير إلى وجود وعي لدى النباتات

تستعرض هذه المقالة من موقع مجلة العلوم دراسات حديثة تشير إلى إمكانية وجود وعي أو إدراك لدى النباتات.

علوم الذكاء النباتي.. هل تتكلّم النباتات؟

الرافد النبات يرى ويسمع ويتكلم!

الاقتصاد اليوم كيف تتحدث النباتات مع بعضها البعض؟

Frontiers in Psychology for Kids
النباتات تتحدث لغة غريبة يفك العلماء أسرارها

النعيم نيوز النباتات تشعر بالألم والورد له ذاكرة فى الروايات.. ودارسة: لا مشاعر للنبات

اليوم السابع هذه المصادر ستوفر لك معلومات قيمة وموثوقة حول تواصل النباتات واستجابتها للبيئة والمشاعر المحيطة بها.

"The Hidden Life of Trees" كتاب من تأليف بيتر ووليبن **"Peter Wohlleben"** يستكشف فيه كيفية تواصل الأشجار مع بعضها البعض ومع البيئة المحيطة.

Brilliant Green: The Surprising" History and Science of Plant "Intelligence

كتاب من تأليف ستيفانو مانكوسو **"Stefano Mancuso"** وأليساندرا فيولا **"Alessandra Viola"** يناقش فيه مفهوم ذكاء النباتات وقدرتها على التكيف والتواصل.

"Plant Communication from an Ecological Perspective"

مقالة علمية نُشرت في مجلة **"Plant Signaling & Behavior"** تستعرض كيفية تواصل النباتات من منظور بيئي.

"The Language of Plants: Science, Philosophy, Literature"

مجموعة مقالات محررة من قبل مونيكا جاجلوسا **"Monica Gagliano"** وجون سي. رايان **"John C. Ryan"** وباتريشيا فييرا **"Patrícia Vieira"** تستكشف تواصل النباتات من زوايا علمية وفلسفية وأدبية.

"Plant Neurobiology: No Brain, No Problem?"

مقالة نُشرت في مجلة **"Trends in Plant Science"** تناقش مفهوم علم الأعصاب النباتي وكيفية معالجة النباتات للمعلومات دون وجود جهاز عصبي.

"The Mind of Plants: Narratives of Vegetal Intelligence"

كتاب يضم مقالات متعددة تستكشف ذكاء

النباتات وتواصلها من خلال دراسات علمية وحكايات تاريخية.

Do Plants Have Something to" "?Say

مقالة نُشرت في مجلة **"The New Yorker"** تستعرض الأبحاث الحديثة حول تواصل النباتات وقدرتها على **"**الحديث**"** مع بعضها البعض.

"Plant Behaviour and Intelligence"

كتاب من تأليف أنتوني تريويفاس **"Anthony Trewavas"** يستكشف فيه سلوك النباتات وذكائها من منظور علمي.

هذه المصادر ستوفر لك نظرة شاملة وعميقة حول تواصل النباتات واستجابتها للبيئة المحيطة بها، مما يساعدك في إثراء محتوى كتابك بالمعلومات الموثوقة.